



UNIVERSITÉ DE NANTES

Unité de Formation et de Recherche de Médecine et des Techniques Médicales

Année Universitaire 2020-2021

Mémoire

Pour l'obtention du

Certificat de Capacité en Orthophonie

**Effets des variations du tempo de la musique
sur l'éveil et les réactions comportementales
d'une patiente en état de conscience minimale
chronique**

Présenté par *Alice SAUTET*

Née le 07/06/1997

Président du Jury : Madame Martinage – Valérie – Orthophoniste

Directeur du Mémoire : Monsieur Perrin – Fabien – Maître de conférences

Co-directrice du Mémoire : Madame Baron – Leslie – Orthophoniste, chargée de cours

Membres du jury : Madame Colun – Hélène – Orthophoniste, chargée de cours

REMERCIEMENTS

Je tiens tout d'abord à remercier chaleureusement mes directeurs de mémoire, Fabien Perrin et Leslie Baron, qui ont accepté de me suivre dans ce projet. Merci pour vos conseils, vos relectures et vos remarques tout au long de ce travail qui ont contribué à l'enrichissement de ma réflexion et à l'aboutissement de ce mémoire.

Je remercie également les membres du jury pour l'intérêt porté à ce travail.

Merci au docteur Sébastien Pandolfi de m'avoir ouvert les portes de son service et de m'avoir permis de concrétiser ce projet. Merci à tous les soignants du CMPR de Saint-Jean de Monts pour votre accueil et votre aide.

Je souhaite également remercier la patiente qui a participé à cette étude ainsi que son fils pour sa confiance et sa coopération tout au long de ce projet.

Je remercie sincèrement Isabelle qui m'a donné l'envie et le courage d'intervenir auprès des patients en état de conscience altérée.

Un remerciement tout particulier à Fanny pour ses précieux conseils de musicothérapeute qui m'ont permis d'envisager la composition des musiques. Un grand merci également à toi, Nathan, qui m'a aidée à la réalisation de celles-ci, je n'aurais jamais réussi sans ton talent et ton amitié !

Merci infiniment Amélie, la meilleure marraine que j'aurais pu espérer avoir ! Merci pour ton soutien, ton aide et ton amitié tout au long de ces cinq années.

Merci Aude, Lella et Thaïs pour ces années à vos côtés, les heures à discuter autour d'une bière ou à travailler à la BU. Merci de m'avoir soutenue et supportée dans les moments de stress et de m'avoir apporté autant de bonheur !

Un grand merci à mes amis rouennais, vous êtes toujours là malgré les kilomètres qui nous séparent. Odile, merci d'avoir relevé mon niveau d'anglais !

Bien évidemment, je remercie ma famille sans qui tout cela n'aurait jamais été possible et qui m'a permis de vivre le plus sereinement possible mes études.

Enfin, mille merci Thomas, tu as toujours cru en moi (bien plus que moi-même), merci d'être là à chaque instant !

ENGAGEMENT DE NON-PLAGIAT

« Par délibération du Conseil en date du 7 Mars 1962, la Faculté a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elle n'entend leur donner aucune approbation ni improbation ».

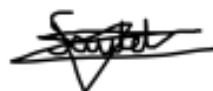
Engagement de non-plagiat

Je, soussigné(e) Alice SAUTET déclare être pleinement conscient(e) que le plagiat de documents ou d'une partie d'un document publiés sur toutes ses formes de support, y compris l'Internet, constitue une violation des droits d'auteur ainsi qu'une fraude caractérisée. En conséquence, je m'engage à citer toutes les sources que j'ai utilisées pour écrire ce mémoire.

Fait à : Nantes

Le 23/05/2021

Signature :

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Sautet', with a stylized flourish underneath.

ENGAGEMENT ÉTHIQUE

Je soussignée Alice SAUTET, dans le cadre de la rédaction de mon mémoire de fin d'études orthophoniques à l'Université de Nantes, m'engage à respecter les principes de la déclaration d'Helsinki concernant la recherche impliquant la personne humaine.

L'étude proposée vise à déterminer si les variations du tempo de la musique ont des effets sur l'éveil et les réactions comportementales d'une patiente en état de conscience minimale chronique

Conformément à la déclaration d'Helsinki, je m'engage à :

- informer tout participant sur les buts recherchés par cette étude et les méthodes mises en œuvre pour les atteindre,
- obtenir le consentement libre et éclairé de chaque participant à cette étude
- préserver l'intégrité physique et psychologique de tout participant à cette étude,
- informer tout participant à une étude sur les risques éventuels encourus par la participation à cette étude,
- respecter le droit à la vie privée des participants en garantissant l'anonymisation des données recueillies les concernant, à moins que l'information ne soit essentielle à des fins scientifiques et que le participant (ou ses parents ou son tuteur) ne donne son consentement éclairé par écrit pour la publication,
- préserver la confidentialité des données recueillies en réservant leur utilisation au cadre de cette étude.

Fait à : Nantes

le : 23/05/2021

Signature



TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION GENERALE.....	7
CADRE THEORIQUE	8
1. Conscience et états de conscience altérée.....	8
1.1. La conscience.....	8
1.2. Les états de conscience altérée.....	8
1.2.1. Le coma	9
1.2.2. L'état d'éveil non-répondant	9
1.2.3. L'état de conscience minimale	10
1.2.4. Evolution et pronostic.....	11
2. Evaluation de l'état de conscience.....	11
2.1. La difficulté du diagnostic	11
2.2. Les échelles comportementales.....	12
2.2.1. Glasgow Coma Scale	12
2.2.2. Full Outline of UnResponsiveness	13
2.2.3. Wessex Head Injury Matrix.....	13
2.2.4. Coma Recovery Scale-Revised.....	14
2.3. La neuro-imagerie	15
3. Prise en soin.....	16
3.1. Généralités	16
3.2. L'intervention orthophonique	17
3.3. Les stimulations sensorielles.....	19
4. Stimulation par la musique	20
4.1. La musique dans la pratique orthophonique	20
4.2. Effets de la musique chez les patients en état de conscience altérée	21
4.3. Effets du tempo de la musique chez les sujets sains	23
PROBLEMATIQUE ET HYPOTHESES.....	25
METHODOLOGIE	26
1. Population d'étude	26
1.1. Critères d'inclusion et d'exclusion	26
1.2. Lieu de l'expérimentation	26
1.3. Présentation de la patiente.....	26
2. Déroulé de l'expérimentation	28
2.1. Procédure générale.....	28

2.2.	Coma Recovery Scale-Revised (CRS-R).....	28
2.2.1.	Formation.....	29
2.2.2.	Matériel.....	29
2.2.3.	Passations.....	29
2.3.	Stimulations sonores	31
2.4.	Choix des items.....	32
2.5.	Protocole expérimental	33
2.6.	Constantes physiologiques.....	35
2.7.	Evaluation des réactions comportementales	35
3.	Traitement des données	36
3.1.	Constantes physiologiques.....	36
3.2.	Réponse à la question et évaluation de l'item.....	36
3.3.	Analyse des réactions comportementales	37
	RESULTATS	38
1.	Constantes physiologiques	38
2.	Réussite aux évaluations.....	39
2.1.	Réponses à la question	39
2.2.	Réussites aux items	39
2.2.1.	Item « mouvement sur demande ».....	39
2.2.2.	Item « utilisation d'objets »	40
2.2.3.	Item « communication »	40
3.	Analyse comportementale	41
3.1.	Périodes de veille	41
3.2.	Types de comportements observés	42
3.2.1.	Comportements réflexes	42
3.2.2.	Comportements somatiques orientés vers l'environnement.....	43
3.2.3.	Réactions émotionnelles	43
3.3.	Réactions comportementales aux sollicitations	44
3.4.	Orientation du regard	44
4.	Analyse chronologique des données.....	46
5.	Evolution à long terme	46
	DISCUSSION	47
1.	Interprétation des résultats et validation des hypothèses.....	47
1.1.	Effets physiologiques du tempo de la musique.....	47
1.2.	Effets du tempo de la musique sur les réactions comportementales.....	49

1.3. Réactions émotionnelles	51
1.4. Evolution à long terme.....	52
2. Intérêts de l'étude	53
3. Limites de l'étude	53
4. Amélioration du protocole et perspective de recherche	55
CONCLUSION	56
BIBLIOGRAPHIE	57
ANNEXES	71

INTRODUCTION GENERALE

Lorsqu'une personne sévèrement cérébrolésée, en état de coma, ouvre les yeux, elle entre en phase d'éveil. Elle pourra alors récupérer une conscience normale ou évoluer vers un état de conscience altérée transitoire ou chronique, caractérisé par un éveil et une conscience de soi et de l'environnement incomplets.

Grâce aux avancées technologiques et notamment le développement de la respiration artificielle dans les années 50, le nombre de patients se réveillant du coma a fortement augmenté (Schnakers et Laureys, 2011). La prise en soin des patients en éveil de coma et ceux évoluant vers un état de conscience altérée est alors devenue un enjeu de la recherche et de la clinique. Ces patients requièrent une lourde prise en soin au quotidien par une équipe pluridisciplinaire. L'orthophoniste s'insère dans ce projet global de prise en soin, dans le cadre de l'évaluation et la rééducation de la déglutition, des fonctions langagières, communicationnelles et cognitives. Néanmoins, les recherches scientifiques et les recommandations officielles concernant l'évaluation, le diagnostic et le traitement de ces patients restent très rares. Les soignants peuvent alors se retrouver démunis face aux objectifs et choix d'outils thérapeutiques.

L'efficacité de l'utilisation de stimulations sensorielles variées auprès de ces patients est la plus décrite dans la littérature. Ainsi, l'orthophoniste et l'équipe soignante utilisent généralement des stimuli auditifs, tels que la musique ou le prénom du patient.

Des recherches ont été menées afin d'objectiver l'effet bénéfique de la musique sur l'éveil et les fonctions cognitives des patients ayant un trouble de la conscience. Ces études utilisent notamment la musique préférée du patient. Pourtant, il n'est pas toujours aisé d'obtenir des informations fiables sur les goûts musicaux de celui-ci. L'étude des bienfaits des caractéristiques musicales sur les performances de ces patients permettrait donc une utilisation thérapeutique de la musique, indifféremment des préférences musicales. A travers une étude de cas unique, ce mémoire s'intéresse ainsi aux effets du tempo musical sur l'éveil et les réactions comportementales d'une patiente en état de conscience minimale chronique.

Une rapide revue de la littérature scientifique permettra tout d'abord d'appréhender les contours théoriques des états de conscience altérée, puis, à travers l'élaboration et la mise en place d'un protocole expérimental ainsi que l'analyse des résultats issus de celui-ci, nous apporterons un premier aperçu de l'impact des variations du tempo de la musique chez une patiente en état de conscience minimale chronique.

CADRE THEORIQUE

1. Conscience et états de conscience altérée

1.1. *La conscience*

La conscience est une notion excessivement complexe à appréhender et à définir. En effet, celle-ci présente de multiples facettes, il n'existe donc pas de définition universelle. Cependant les neurosciences ont tenté de trouver un consensus afin de l'étudier.

La conscience est caractérisée par deux dimensions : l'éveil (ou la vigilance) et le contenu de conscience (Laureys et al., 2001). Selon ces auteurs, une personne est considérée en état d'éveil lorsqu'une ouverture spontanée et prolongée des yeux peut être cliniquement identifiée et mesurée. Le contenu de conscience, quant à lui, renvoie aux représentations mentales d'un individu. Il est constitué des deux aspects de la conscience : la conscience de soi, c'est-à-dire la conscience de notre monde intérieur, et la conscience de l'environnement, à savoir la conscience sensorielle ou perceptive du monde extérieur (Laureys, 2015).

Les composantes de la conscience semblent faire intervenir différents réseaux neuronaux. Certains chercheurs supposent que l'éveil serait régulé par le tronc cérébral et ses projections ascendantes hypothalamiques, thalamiques et corticales (Scammell et al., 2017), et la conscience de soi et de l'environnement serait associée à des communications fronto-pariétales (Laureys, 2015).

Les deux dimensions de la conscience sont réduites au cours du sommeil profond, d'une anesthésie générale ou dans certaines pathologies. Dans ce dernier cas, nous parlerons d'états de conscience altérée, souvent nommés dans la littérature internationale « *disorders of consciousness* » (les « désordres de la conscience » en français).

1.2. *Les états de conscience altérée*

Les patients sévèrement cérébrolésés, notamment à la suite d'un accident traumatique (par exemple un accident de voiture) ou non-traumatique (comme un accident vasculaire cérébral), peuvent présenter un état de conscience altérée. Cet état découle de « perturbations directes des systèmes neuronaux qui régulent l'éveil et la conscience, et indirectement de

perturbations des connexions entre ces systèmes » (Giacino et al., 2014). Différents niveaux d'altération de la conscience sont désignés sous cette appellation : le coma, l'état d'éveil non-répondant et l'état de conscience minimale.

1.2.1. Le coma

Le coma est considéré comme l'état le plus sévère d'altération de la conscience. Plum et Posner l'ont défini comme étant un « état pathologique lié à une perturbation grave et prolongée de la vigilance et de la conscience » (Plum et Posner, 1966, cité par Schnakers et Majerus, 2011). Le coma est donc caractérisé par une absence complète d'éveil et de conscience de soi et de l'environnement. En effet, les personnes plongées dans le coma ne présentent aucune ouverture spontanée des yeux ou en réaction à une stimulation, y compris une stimulation nociceptive, et aucune poursuite visuelle lors de l'ouverture manuelle des yeux. De plus, ces personnes ne manifestent aucune activité volontaire, seule une activité réflexe persiste.

Le coma résulte généralement d'une lésion diffuse du cortex cérébral ou de la substance blanche, ou d'une atteinte plus localisée du système réticulé activateur qui régule l'éveil (Schnakers et Majerus, 2011).

On considère que cet état d'altération profonde de la conscience doit perdurer depuis une heure afin d'être différencié d'un état transitoire, tel que la confusion, ou d'une syncope.

Après cette phase de coma aiguë, lorsque la réanimation a permis d'éviter la mort cérébrale, c'est-à-dire un arrêt irréversible des fonctions du cerveau, le patient pourra récupérer complètement la conscience ou évoluer lentement vers un état de conscience altérée (état d'éveil non-répondant, état de conscience minimale et plus rarement vers un Locked-in-Syndrome) dans les deux à quatre semaines qui suivent l'accident (Laureys et al., 2015).

1.2.2. L'état d'éveil non-répondant

Jennett et Plum sont les premiers à avoir introduit le terme d'« état végétatif chronique » pour décrire des patients en éveil de coma et dont le fonctionnement du système nerveux végétatif est préservé (Jennett et Plum, 1972). Ce terme a été remplacé, par la suite, par celui de « syndrome d'éveil non-répondant » par la European Task Force on Disorders of Consciousness (Laureys et al., 2010).

L'état d'éveil non-répondant est caractérisé par la présence d'un cycle veille/sommeil, témoignant de l'éveil du patient, ainsi que des comportements réflexes. Cependant, il n'y a pas de manifestations d'un fonctionnement cortical et d'une conscience de soi et de l'environnement : aucune réponse volontaire et reproductible à un stimulus ni de preuve d'une compréhension verbale ne peuvent être identifiées (The Multi-Society Task Force on PVS, 1994).

L'état d'éveil non-répondant est qualifié de chronique lorsqu'il persiste depuis au moins trois mois après une lésion cérébrale non-traumatique ou un an après un accident traumatique (Giacino et al., 2014).

1.2.3. L'état de conscience minimale

L'état de conscience minimale, également appelé « état pauci-relationnel », décrit des patients éveillés manifestant des signes fluctuants mais reproductibles d'une conscience de soi ou de l'environnement (Giacino et al., 2002). Selon ces auteurs, la présence d'un seul critère parmi les suivants suffit à poser le diagnostic d'état de conscience minimale :

- Réponse à un ordre simple
- Code oui/non gestuel ou verbal
- Comportements intentionnels en réponse à des stimuli de l'environnement, notamment des réponses émotionnelles adaptées (pleurs et rires appropriés à un contenu émotionnel), la poursuite visuelle d'objets ou de personnes, la localisation et/ou la manipulation d'objets, la localisation de stimuli nociceptifs et l'utilisation de gestes ou la présence de vocalisations en réponse directe à une incitation verbale ou écrite
- Verbalisations intelligibles bien que non-fonctionnelles

Une nouvelle classification permet désormais de distinguer les patients en état de conscience minimale MOINS (ECM-) des patients en état de conscience minimale PLUS (ECM+) en fonction de la complexité de leurs comportements conscients (Bruno et al., 2011). Ainsi, l'ECM- est caractérisé par des signes de conscience de bas niveau comme la poursuite visuelle, la localisation de la douleur et des comportements affectifs appropriés au contexte émotionnel. L'ECM+ fait référence à des patients présentant des comportements conscients de plus haut niveau, tels que des réponses à un ordre moteur, un code oui/non et une communication non-fonctionnelle mais intentionnelle.

L'état de conscience minimale peut être transitoire ou chronique. Cependant, contrairement au syndrome d'éveil non-répondant, il n'existe pas de critères temporels permettant de déterminer le caractère chronique de l'état de conscience minimale. On estime néanmoins qu'un patient émerge de l'état de conscience minimale lorsque celui-ci montre une communication fonctionnelle et une utilisation appropriée d'au moins deux objets différents (Giacino et al., 2002). Le patient n'est alors plus considéré comme étant en état de conscience altérée (Cassol et al., 2018).

1.2.4. Evolution et pronostic

Les patients en état de conscience altérée peuvent progressivement récupérer un état de conscience supérieur et, éventuellement, des fonctions signant l'émergence de l'état de conscience minimale. Le pronostic d'évolution est généralement considéré selon trois dimensions : la mortalité, la restauration de la conscience et la récupération fonctionnelle (Cassol et al., 2018). Celui-ci dépend de l'âge du patient, l'étiologie et l'étendue de la lésion, la durée du coma et de l'état d'éveil non-répondant (The Multi-Society Task Force on PVS, 1994). Ainsi, selon The Multi-Society Task Force on PVS (1994), le pronostic de récupération de la conscience s'amointrit trois mois après un accident non-traumatique et douze mois après un accident traumatique. De plus, les chances de récupération d'une communication fonctionnelle sont meilleures suite à un accident traumatique (Bruno et al., 2011) ; les patients en état de conscience minimale présentent également un pronostic d'évolution plus favorable que les patients en état d'éveil non-répondant (Giacino et al., 2013). Néanmoins, certains patients ne récupéreront pas, leur état sera alors qualifié de chronique ou permanent.

Par conséquent, le pronostic d'évolution dépend en partie du diagnostic de niveau de conscience. Ce dernier repose sur une évaluation précise de l'éveil et des comportements résiduels du patient sévèrement cérébrolésé.

2. Evaluation de l'état de conscience

2.1. *La difficulté du diagnostic*

L'évaluation de l'éveil et des signes de conscience est primordiale pour poser le diagnostic d'état de conscience altérée. Ce diagnostic va, en effet, influencer la prise en soin et

le pronostic d'évolution des patients (Giacino et al., 2014). Cependant, les erreurs de diagnostic sont encore très nombreuses : environ 40% des patients cliniquement diagnostiqués en état d'éveil non-répondant présentent en réalité des signes de conscience (Schnakers et al., 2009). Selon Gill-Thwaites (2006), ce taux d'erreurs diagnostiques serait lié à cinq facteurs : des inexactitudes et confusions malgré les définitions des différents troubles de la conscience et des diagnostics différentiels ; le manque de connaissances, expériences et disponibilité des évaluateurs ; une utilisation incomplète des outils d'évaluation disponibles, en particulier des échelles standardisées ; des aidants trop peu impliqués dans l'observation des signes de conscience ; et le manque de prise en compte des troubles associés pouvant entraver l'évaluation.

Il n'existe pas d'outils permettant de quantifier objectivement la conscience. L'observation, au chevet du patient, des réactions comportementales à une stimulation, reste donc le principal moyen d'évaluer indirectement le niveau de conscience (Schnakers et Majerus, 2011 ; Wolff et al., 2018). Afin de faciliter l'évaluation des états de conscience altérée, des échelles standardisées ont été développées. L'utilisation de ces outils dépend de l'état de conscience du patient et de l'objectif de l'évaluation (Schnakers et Majerus, 2011). Parallèlement, des techniques de neuro-imagerie (imagerie par résonnance magnétique fonctionnelle et électroencéphalographie notamment) peuvent contribuer à l'élaboration d'un diagnostic précis du niveau de conscience.

2.2. *Les échelles comportementales*

2.2.1. Glasgow Coma Scale

La Glasgow Coma Scale (GCS) a été développée par Teasdale et Jennett en 1974 pour suivre l'évolution de patients sévèrement cérébrolésés en phase aiguë, c'est-à-dire durant le coma. Elle a été élaborée en vue d'une utilisation facile et rapide par les professionnels médicaux et paramédicaux. Cette échelle permet d'évaluer indépendamment trois aspects du comportement : l'ouverture des yeux, qui mesure l'éveil, la réactivité motrice et la réponse verbale, qui évaluent le niveau de conscience. Seule la meilleure réponse observée spontanément ou en réaction à une stimulation participe à la cotation (Teasdale et Jennett, 1974).

Bien que cette échelle comportementale soit une référence en matière d'évaluation clinique des patients comateux (Teasdale et al., 2014), elle présente de nombreuses limites. Selon Ledoux et al. (2008) et Laureys et al. (2014), l'utilisation de la GCS serait peu adaptée à l'évaluation des patients sous intubation ou trachéotomie, la sous-échelle verbale ne pouvant être administrée. De plus, le score total serait largement influencé par la réponse motrice puisque plus de la moitié des points serait dévolue à cette partie (Bhatty et Kapoor, 1993). Enfin, la GCS serait peu sensible aux changements subtils de l'état de conscience. Elle ne permettrait donc pas toujours de détecter une évolution du coma vers un état d'éveil non-répondant ou de conscience minimale, notamment parce qu'elle n'évalue pas la poursuite visuelle et les réflexes du tronc cérébral, et ne favoriserait pas le diagnostic de Locked-in-Syndrome (Ledoux et al., 2008).

2.2.2. Full Outline of UnResponsiveness

La Full Outline of UnResponsiveness (FOUR) a été conçue par Wijdicks et al. (2005) afin de pallier les lacunes de la Glasgow Coma Scale. Ainsi, la FOUR se divise en quatre sous-échelles ayant chacune le même poids dans la cotation finale : les réactions motrices, les réponses oculaires, les réflexes du tronc cérébral et la respiration. L'évaluation des fonctions verbales a donc été supprimée au vu du nombre important de patients intubés dans les services de soins intensifs. La FOUR permet également une évaluation plus fine des états de conscience altérée. En effet, elle favorise la distinction des patients en état d'éveil non-répondant et en état de conscience minimale par l'intermédiaire de l'évaluation de la poursuite visuelle qui constitue l'un des premiers signes de conscience de l'environnement. Elle permet aussi d'envisager le diagnostic de la mort cérébrale (score total de zéro) et facilite la détection des patients Locked-in-Syndrome.

Cependant, de nombreuses erreurs diagnostiques persistent avec cette échelle qui ne reprend pas tous les critères diagnostics de l'état de conscience minimale et de l'émergence de l'état de conscience minimale. La FOUR pourrait donc sous-estimer le nombre de patients en état de conscience minimale (Schnakers et al., 2006).

2.2.3. Wessex Head Injury Matrix

Elaborée en 2000 par Shiel et al., la Wessex Head Injury Matrix (WHIM) permet d'évaluer l'évolution de patients, au quotidien, de la sortie du coma à une récupération

quasiment complète des fonctions cognitives. L'échelle comporte soixante-deux items hiérarchisés selon la complexité des réponses à des stimuli du quotidien, des moins élaborées aux plus élaborées. Elle évalue notamment six composantes : l'état d'éveil, l'attention, la communication, la conscience visuelle, les aptitudes cognitives de haut niveau (mémoire et orientation spatio-temporelle) et les comportements sociaux. La cotation correspond au comportement observé le plus évolué.

Toutefois, la passation de la WHIM est excessivement longue, ce qui ne permet pas une évaluation rapide du niveau de conscience d'un patient.

2.2.4. Coma Recovery Scale-Revised

La Coma Recovery Scale-Revised (CRS-R), créée par Giacino et al. en 2004, est actuellement l'échelle validée et standardisée de référence pour l'évaluation des états de conscience altérée. En effet, selon l'American Congress of Rehabilitation Medicine et al. (2010), la CRS-R serait l'échelle la plus sensible pour diagnostiquer l'état d'éveil non-répondant et l'état de conscience minimale, en phase aiguë et chronique. De plus, elle permet de distinguer les patients en état de conscience minimale MOINS et en état de conscience minimale PLUS ainsi que l'émergence de l'état de conscience minimale.

La CRS-R est divisée en six sous-échelles qui explorent les fonctions auditive, visuelle, motrice, oro-motrice/verbale, la communication et l'éveil ; elle évalue également les réflexes du tronc cérébral et les réponses affectives liées au contexte. Les items de chaque sous-échelle sont présentés hiérarchiquement, du niveau cortical le plus complexe aux activités réflexes.

Un score pour chaque fonction ainsi qu'un score total, obtenus à l'issue de l'évaluation, peuvent donner une indication des capacités fonctionnelles générales du patient. Cependant, le diagnostic d'état de conscience altérée dépend de l'analyse qualitative des réponses recueillies à chaque sous-échelle. En effet, la présence de réactions à certains items détermine le niveau de conscience. Ainsi, les items « reconnaissance des objets », « localisation des objets », « poursuite visuelle », « fixation », « réaction motrice automatique », « manipulation d'objets » et « localisation des stimulations nociceptives » indiquent un état de conscience minimale MOINS, les items « mouvement systématique sur demande », « mouvement reproductible sur demande », « production verbale intelligible » et « communication non fonctionnelle intentionnelle » caractérisent l'état de conscience minimale PLUS, et, les items

« utilisation fonctionnelle des objets » et « communication fonctionnelle exacte » suggèrent l'émergence de l'état de conscience minimale.

Les signes de conscience des patients en état de conscience altérée étant fluctuants, il est conseillé d'effectuer l'évaluation à cinq reprises, par plusieurs professionnels différents, sur une période de dix jours, afin d'éviter les erreurs diagnostiques (Wannez et al., 2017).

2.3. La neuro-imagerie

La neuro-imagerie structurale (imagerie par résonance magnétique) et fonctionnelle (tomographie par émission de positons, imagerie par résonance magnétique fonctionnelle et électroencéphalographie) peuvent apporter des mesures objectives contribuant à l'établissement d'un diagnostic précis du niveau de conscience chez les patients sévèrement cérébrlésés (Giacino et al., 2006). Les techniques de neuro-imagerie consistent à étudier le cerveau des patients, au repos ou en activité (Cassol et al., 2018 ; Laureys, 2015), en comparant ses aspects fonctionnels ou structurels avec ceux de sujets sains afin d'explorer les processus cognitifs résiduels (Giacino et al., 2006). Ces progrès techniques ont permis d'acquérir des connaissances sur les mécanismes qui sous-tendent la conscience et ses troubles mais également la révélation de comportements conscients et de fonctions cognitives préservées, imperceptibles cliniquement et ne nécessitant pas de réponse active du patient (Laureys et Schiff, 2012).

Stender et al. (2014) ont montré qu'environ 30% des patients ne manifestant aucun signe de conscience à l'évaluation comportementale, révèlent pourtant, grâce aux examens de neuro-imagerie, une activité cérébrale associée à une conscience résiduelle. Owen et al. (2006) ont ainsi pu mettre en évidence des signes d'intentionnalité chez une patiente diagnostiquée d'état d'éveil non-répondant, grâce à l'imagerie par résonance magnétique fonctionnelle. En effet, ils ont montré qu'en demandant à la patiente d'imaginer une tâche motrice, telle que jouer au tennis ou s'orienter dans sa maison, s'activaient les mêmes régions cérébrales que chez un participant sain réalisant la même tâche mentale (Owen et al., 2006). Cette découverte ouvre la possibilité d'une détection de la conscience chez des patients ne pouvant réaliser une tâche motrice comportementale. Récemment, le terme de dissociation cognitivo-motrice a été introduit pour décrire ces patients en état d'éveil non-répondant ou état de conscience minimale ne manifestant pas de réactivité comportementale mais présentant une activation cérébrale en réponse à une commande verbale, en neuro-imagerie (Schiff, 2015 ; Claassen, 2019). Néanmoins, lorsque les examens paracliniques ne détectent aucune activité corticale, le

diagnostic s'orientera vers l'état d'éveil non-répondant, si le patient est éveillé, ou le coma, s'il ne l'est pas (Stender et al., 2014).

La neuro-imagerie permet donc de compléter l'évaluation clinique mais cette dernière reste la référence pour déterminer le niveau de conscience d'un patient (Stender et al., 2014).

La pose d'un diagnostic précis permettra de proposer un projet thérapeutique adapté aux besoins et aux capacités du patient et d'accompagner au mieux la famille.

3. Prise en soin

3.1. Généralités

Les patients en état de conscience altérée requièrent une prise en soin au quotidien, par une équipe pluridisciplinaire (médecin spécialiste en médecine physique et de réadaptation, infirmier.e.s, aides soignant.e.s, kinésithérapeutes, orthophonistes, ergothérapeutes, psychologue et/ou psychiatre et assistant.e social.e) en lien avec l'entourage familial (selon la Circulaire DHOS/02/DGS/SD5D/DGAS n° 2002-288 du 3 mai 2002 relative à la création d'unités de soins dédiées aux personnes en état végétatif chronique ou en état pauci-relationnel). Néanmoins, actuellement, les études traitant la prise en soin de ces patients sont peu nombreuses, souvent non contrôlées et non randomisées (Giacino et al., 2013 ; La Gattuta et al., 2018).

En phase aiguë (jusqu'à trois mois après un accident non-traumatique et douze mois pour les lésions traumatiques) ces patients sont accueillis en service de réanimation. Ils sont ensuite transférés en service de rééducation post-réanimation (SRPR) pour une prise en soin précoce et intensive par une équipe pluridisciplinaire. Selon une étude de Seel et al. (2013), ce suivi précoce permettrait une amélioration du niveau d'éveil et de conscience, des fonctions physiologiques et sensorielles ainsi que la restauration d'une communication fonctionnelle.

En phase chronique, ils peuvent être orientés dans des unités EVC-EPR (Etat Végétatif Chronique – Etat Pauci-Relationnel), spécialisées dans la prise en soin et la stimulation des patients en état de conscience altérée chronique. Un retour à domicile est également envisageable pour les familles le désirant, ce qui implique une aide et des soins quotidiens en collaboration avec des structures d'hospitalisation à domicile et des professionnels médico-

sociaux. Certains patients peuvent enfin être accueillis dans des maisons d'accueil spécialisé (MAS) mais l'admission dans de telles structures reste rare.

La prise en soin s'articule selon deux axes thérapeutiques : la prévention des complications liées aux lésions cérébrales, aux pathologies secondaires à l'accident ou aux traitements, et, la restauration des fonctions cognitives, soit la récupération de la conscience, de la communication et des capacités fonctionnelles (Giacino et al., 2014).

L'intervention auprès de ces patients peut s'effectuer à plusieurs niveaux. Outre les traitements médicamenteux et les soins de confort (notamment le traitement de la douleur et de la spasticité), la prise en soin repose principalement sur la neuroplasticité, c'est-à-dire la faculté de réorganisation corticale suite à une lésion cérébrale, grâce à des stimulations sensorielles. Par ailleurs, une autre voie d'intervention est en plein essor : la stimulation cérébrale profonde (non-invasive) et la stimulation transcrânienne (invasive) de structures neurologiques supportant l'éveil et les fonctions cognitives (Cassol et al., 2018).

Par ailleurs, la prise en soin se fera en relation étroite avec les proches des patients afin d'adapter et valoriser les qualités relationnelles de ceux-ci. Un accompagnement psychologique et un soutien de la famille peuvent donc être proposés au sein des structures d'accueil.

3.2. *L'intervention orthophonique*

L'orthophoniste s'insère dans la prise en soin pluridisciplinaire des patients en état de conscience altérée, dans le cadre de la « rééducation et/ou le maintien et/ou l'adaptation des fonctions de communication, du langage, des troubles cognitivo-linguistiques et des fonctions oro-myo-faciales chez les patients atteints de pathologies neurologiques d'origine vasculaire, tumorale ou post-traumatique » (selon la Nomenclature Générale des Actes en Orthophonie du 29 août 2020). Il n'existe cependant que très peu de recherches et de recommandations officielles concernant le suivi orthophonique des personnes ayant un trouble de la conscience.

Rappelons que les patients en état de conscience minimale manifestent des signes d'une conscience de soi et de l'environnement, et des comportements communicatifs reproductibles mais fluctuants, tels que des réactions émotionnelles appropriées au contexte, des vocalisations en réponse à une incitation, un code oui/non gestuel ou verbal, ou encore des verbalisations intentionnelles non-fonctionnelles (Giacino et al., 2002). L'orthophoniste s'applique donc à identifier les signes d'éveil et de conscience ainsi que toute tentative de communication afin

d'évaluer et de stimuler l'émergence de facultés cognitives, communicationnelles et langagières permettant aux patients d'interagir avec le monde qui les entoure. Il a notamment pour objectif de solliciter et soutenir l'émergence de la conscience, le développement d'une communication fonctionnelle verbale ou non-verbale avec éventuellement la mise en place d'un code de communication si les capacités du patient le permettent.

L'orthophoniste peut également intervenir dans l'évaluation et la prise en soin de la déglutition. La majorité des patients en état de conscience altérée souffre de dysphagie sévère (Mélotte et al., 2020) liée à différents facteurs de risque : l'altération de la conscience, les lésions neurologiques, la présence d'une trachéotomie et la privation sensorielle en lien avec une alimentation entérale. Par conséquent, un bilan de la dysphagie permet de concevoir une prise en soin adaptée, en vue d'envisager une éventuelle reprise alimentaire progressive. Celle-ci s'articule autour de différents axes d'intervention, notamment sensori-moteur (travail de la proprioception, stimulations sensorielles variées, mobilisations oro-pharyngées, etc), respiratoire et nutritionnel. L'orthophoniste peut ainsi proposer différentes stimulations sensorielles afin de permettre un réinvestissement des sphères bucco-faciale et pharyngo-laryngée et par conséquent une amélioration des capacités de déglutition.

Enfin, la phonation peut être perturbée, principalement suite à une période de ventilation mécanique ou la présence d'une trachéotomie, mais aussi en raison d'un volume expiratoire souvent limité. Une évaluation et une prise en soin des capacités vocales et respiratoires peuvent donc être réalisées en orthophonie afin de projeter une reprise de la phonation.

L'intervention orthophonique auprès de ces patients repose essentiellement sur des stimulations sensorielles de natures variées (gustatives, olfactives, auditives, visuelles et tactiles). L'orthophoniste privilégie les sensations agréables, souvent conformes aux goûts antérieurs du patient pour tenter de réactiver des souvenirs affectifs et stimuler la mémoire épisodique. Il lui est donc essentiel de travailler en relation avec les proches afin de recueillir les appétences du patient ainsi que des objets personnels qui seront des supports à la communication. Ces sollicitations seront des stimulations répétées et diversifiées s'appuyant sur la plasticité cérébrale afin de favoriser la récupération fonctionnelle, mais elles visent avant tout à apporter un bien-être au patient en procurant des sensations plaisantes et à limiter les effets délétères d'une déprivation sensorielle sur le cerveau (Elliott et Walker, 2005).

3.3. Les stimulations sensorielles

L'utilisation des stimulations sensorielles dans la prise en soin des patients en état de conscience altérée constitue l'intervention la plus décrite dans la littérature. Selon Giacino (1996), la stimulation sensorielle serait définie comme « l'application de stimuli environnementaux, par un agent extérieur, dans le but de favoriser l'éveil et la réactivité comportementale ». La stimulation peut reposer sur l'ensemble des sens (olfactif, gustatif, visuel, auditif et tactile) et peut être unimodale ou multimodale.

Cette approche thérapeutique s'appuie sur deux bases théoriques. D'une part, le principe de plasticité cérébrale suppose que les connexions neuronales peuvent se transformer en fonction des stimulations corticales, permettant la récupération de fonctions cérébrales en cas de lésions (Elliott et Walker, 2005 ; Hummel et Cohen, 2005). D'autre part, un environnement enrichi en stimuli permettrait d'éviter une déprivation sensorielle ayant un effet délétère sur le cerveau des humains et des animaux (Elliott et Walker, 2005). L'utilisation de stimuli au caractère saillant permettrait donc de contrer un phénomène d'habituation à l'environnement sensoriel indifférencié dans lequel les patients en état de conscience minimale demeurent souvent (Wood, 1991 ; Wood et al., 1992). En ce sens, Wood et al. (1992) proposent le concept de régulation sensorielle qui consiste à contrôler l'environnement sensoriel du patient afin de faciliter le traitement de stimuli significatifs et saillants. Ainsi, exposer les patients à des stimulations sensorielles variées favoriserait la stimulation des réseaux neuronaux lésés et la plasticité cérébrale, et, permettrait de prévenir une déprivation sensorielle qui pourrait entraver la récupération de la conscience et des fonctions cognitives chez ces patients (Wood, 1991).

De nombreuses études se sont intéressées à l'efficacité des stimulations sensorielles dans la prise en soin des patients ayant un trouble de la conscience. Cependant, la plupart de ces études présentent des biais méthodologiques (absence de situation contrôle et de données statistiques, hétérogénéité des diagnostics et des protocoles expérimentaux), il est donc difficile de généraliser les résultats et de conclure à l'efficacité des programmes de stimulations (Lombardi et al., 2002). Tolle et Reimer (2003) ont néanmoins montré que des stimulations sensorielles intensives pouvaient stimuler le système d'activation réticulée et ainsi augmenter le niveau d'éveil et de conscience chez ces patients. De plus, une étude de Oh et Seo (2003) suggère que les programmes de stimulations multisensorielles auraient un impact supérieur à la récupération spontanée, en phase aiguë, sur l'amélioration de la conscience. Par ailleurs, selon Cheng et al. (2018), les stimulations sensorielles pourraient conduire à une augmentation de la

réactivité comportementale chez les patients en état de conscience minimale mais ne seraient pas suffisantes pour restaurer la conscience. Enfin, de multiples études (rapportées par Jain et Ramakrishnan, 2020 ; Perrin et al., 2015) concluent que l'utilisation de stimuli émotionnels et autobiographiques, tels que le prénom du patient, des photographies familiales ou la musique préférée, pourrait susciter des réactions plus fortes que des stimuli neutres.

Bien que tous les sens soient exploitables, la stimulation auditive semble être la plus étudiée et utilisée auprès des patients en état de conscience minimale. Jain et Ramakrishnan (2020) considèrent que les stimulations auditives sont plus faciles à réaliser auprès de ces patients, que les stimulations visuelles et tactiles par exemple, ce qui expliquerait cette fréquente utilisation des stimuli auditifs. De plus, contrairement à la perception visuelle, la perception auditive ne demande pas de contrôle volontaire, et, la surdité ne semble pas être un désordre majeur chez ces patients (Kotchoubey et al., 2015).

L'utilisation de stimuli musicaux semblerait, par ailleurs, engendrer davantage de réponses comportementales et physiologiques par rapport aux stimuli auditifs de base (O'Kelly et Magee, 2013b ; Perrin et al., 2015), la musique impliquant des réseaux neuronaux qui sous-tendent des fonctions cognitives, sensorielles et motrices, ainsi que le traitement émotionnel (Thaut et al., 2019). L'usage de la musique apparaît donc désormais comme une thérapie pouvant restructurer des fonctions cérébrales du cerveau lésé (Thaut et al., 2019).

4. Stimulation par la musique

4.1. La musique dans la pratique orthophonique

L'orthophonie s'est saisie de la musique comme outils de remédiation de certaines pathologies, notamment le trouble développemental du langage, les troubles spécifiques des apprentissages, les troubles de la fluence et l'aphasie (Estienne, 2019). Par conséquent, de nouvelles méthodes de remédiation par la musique se sont développées, offrant davantage de moyens thérapeutiques pour répondre aux objectifs orthophoniques. C'est le cas, en particulier, de la Thérapie Mélodique et Rythmée (TMR) qui vise la démutisation des patients souffrant d'une aphasie en exploitant « les systèmes prosodiques de la langue française, à savoir l'accentuation, l'intonation et le rythme, comme moyens de facilitation » (Van Eeckhout, 2010).

Chez les patients ayant un trouble de la conscience, la musique semble également pouvoir être utilisée comme une médiation qui stimulerait les processus cognitifs, affectifs et sensori-moteurs.

4.2. Effets de la musique chez les patients en état de conscience altérée

De multiples études se sont intéressées aux effets de la stimulation musicale chez les sujets sains et les patients cérébrolésés. La stimulation musicale activerait les gyrus temporaux supérieurs chez les personnes saines et les patients avec un trouble de la conscience, le niveau d'activation étant d'autant plus faible que le niveau de conscience l'est (Carrière et al., 2020 ; Heine et al., 2015 ; Okumura et al., 2014). Il a été montré que le traitement de la musique et celui du langage partageaient des ressources neuronales communes, suggérant que la musique pourrait faciliter le traitement des stimuli linguistiques (Platel, 2005 ; Platel, 2010 ; Tillmann et al., 2006). De façon similaire, il a été montré que le contenu autobiographique, donc émotionnel, de la musique faciliterait le traitement linguistique émotionnel (Castro et al., 2020). Physiologiquement, l'écoute de musique favoriserait la réorganisation et la régénération nerveuse, autrement dit la plasticité cérébrale, chez les patients cérébrolésés (Fukui et Toyoshima, 2008 ; Moussard et al., 2012).

Des recherches suggèrent une influence de la musique sur les fonctions émotionnelles, physiologiques et végétatives de l'organisme (Moussard et al., 2012 ; Platel, 2010). Selon ces auteurs, la musique pourrait donc stimuler le fonctionnement cognitif global des sujets en activant les réseaux de l'éveil et des émotions. Ainsi, les compétences musicales liées à l'écoute ou la pratique de la musique seraient transférées vers des compétences perceptives, linguistiques, attentionnelles, motrices etc. (Moussard et al., 2012 ; Platel, 2010). De plus, des études réalisées chez les patients ayant un trouble de la conscience révèlent une augmentation de l'éveil et de l'attention en réponse à une stimulation musicale par rapport à l'écoute d'un bruit blanc (Castro et al., 2015 ; O'Kelly et al., 2013). Les études citées par Magee (2005) montrent également une amélioration de l'expression et de la communication chez les patients en état d'éveil non-répondant et en état de conscience minimale, ainsi qu'une meilleure participation aux thérapies, un changement de rythme respiratoire et cardiaque, suite à l'écoute de musiques. Néanmoins, les études manquent généralement de conditions contrôles et de données statistiques, il est donc difficile de généraliser ces résultats (Lancioni et al., 2010).

Chez les patients en état de conscience altérée, la musique pourrait donc, d'une part, améliorer l'état d'éveil et le comportement de communication, en raison de ses différentes propriétés : stimulation de la plasticité cérébrale, influence des émotions et de la mémoire autobiographique, sollicitation sociale et effets de la mélodie et du tempo (Verger et al., 2014). D'autre part, les stimuli musicaux participeraient à l'évaluation du niveau de conscience chez des patients sévèrement cérébrolésés, en révélant des comportements et des capacités résiduels (Magee, 2005 ; Okumura et al., 2014). Ainsi, dans une étude de Magee (2005), des séances de musicothérapie passive ont permis de déceler chez une patiente diagnostiquée en état d'éveil non-répondant des réponses émotionnelles et cognitives compatibles avec le diagnostic d'état de conscience minimale. Par conséquent, la musique apparaît comme un outil intéressant pour l'évaluation clinique des troubles de la conscience (Castro et al., 2015 ; Magee, 2007 ; O'Kelly et al., 2013). Enfin, Okumura et al. (2014) suggèrent que l'activation des gyrus temporaux supérieurs lors de l'exposition à des stimuli musicaux pourrait être le signe d'une future amélioration du niveau de conscience et ainsi constituer un indice pronostic de récupération.

En outre, de nombreuses recherches se sont intéressées plus particulièrement aux effets de l'écoute de la musique préférée des patients sur les processus cognitifs de ceux-ci (Castro et al., 2015 ; Heine et al., 2017 ; Verger et al., 2014). Castro et al. (2015) ont mesuré de façon quantitative l'effet bénéfique de la musique préférée sur le fonctionnement cognitif des patients en état de conscience altérée. Ils émettent l'hypothèse que la dimension émotionnelle et autobiographique de la musique choisie pourrait accroître le niveau d'éveil et de conscience perceptive. Verger et al. (2014) ainsi que Heine et al. (2017) rapportent également l'impact positif de l'utilisation de la musique préférée des patients sur les fonctions cognitives de ceux-ci. La musique est donc fréquemment utilisée comme stimulus émotionnel et autobiographique. Néanmoins, les études sur les effets de la stimulation musicale chez les patients ayant un trouble de la conscience ont cherché à comparer les réactions comportementales et les réponses cérébrales obtenues suite à l'écoute d'une musique, à celles observées après un simple bruit. Ce type de recherche ne permet donc pas de définir les composantes de la musique (tempo, mélodie, paroles, familiarité, etc.) qui peuvent être responsables de l'effet bénéfique d'une telle stimulation. Verger et al. (2014) et Castro et al. (2015) suggèrent qu'il serait pertinent d'étudier chaque caractéristique de la musique afin de déterminer le rôle et l'impact de ces paramètres sur les processus cognitifs indépendamment des autres et de différencier les effets autobiographiques des effets acoustiques.

A notre connaissance, aucune étude ne s'est intéressée spécifiquement à l'impact de chaque paramètre de la structure interne de la musique sur la récupération cognitive chez les patients en état de conscience altérée. Verger et al. (2014) formulent l'hypothèse que le tempo musical pourrait expliquer les effets de la musique sur l'éveil et les fonctions cognitives chez ces patients sévèrement cérébrolésés.

4.3. Effets du tempo de la musique chez les sujets sains

Selon le Dictionnaire de la Musique (2017), le tempo est défini comme la vitesse d'exécution d'une pièce musicale, il est généralement exprimé en battements par minute (bpm). Cette caractéristique structurelle de la musique semble être un déterminant majeur des réponses physiologiques à la musique (Gomez et Danuser, 2007 ; Mollakazemi et al., 2019). Plusieurs recherches ont donc étudié les effets que peuvent induire les variations du tempo de la musique chez des sujets sains.

Tout d'abord, de nombreux auteurs ont cherché à déterminer quelles zones cérébrales traitaient spécifiquement le tempo musical. Il apparaît ainsi une activation plus marquée dans les lobes temporaux et notamment les gyrus temporaux supérieurs (Platel et al., 1997 ; Thaut et al., 2014). Le tempo rapide serait par ailleurs corrélé à une activation corticale plus importante (Liu et al., 2018). Cependant, le tempo de la musique ne semble pas être traité par une aire cérébrale dédiée et implique des réseaux neuronaux plus larges.

De plus, certains auteurs se sont intéressés plus particulièrement aux effets physiologiques des variations du tempo de la musique. Gomez et Danuser (2007) ont ainsi étudié l'impact des différentes caractéristiques de la structure interne de la musique sur une population saine. Ils révèlent que l'augmentation du tempo, de l'accentuation et de l'articulation rythmique entraînerait une élévation de la fréquence cardiaque et du volume respiratoire, un raccourcissement des temps inspiratoires et expiratoires et une augmentation de la conductance de la peau, signe d'une activité accrue du système nerveux autonome. Ils rajoutent que le tempo serait le principal générateur de réponses physiologiques à l'écoute d'une musique. De même, selon Bernardi et al. (2006), l'écoute d'une musique au tempo rapide provoquerait une augmentation du rythme respiratoire et cardiaque, de la pression sanguine et de la vitesse du flux sanguin cérébral. La musique lente induirait également des effets au niveau physiologique mais ils seraient moins marqués (Bernardi et al., 2006).

Le tempo de la musique aurait donc un impact sur l'activité du système nerveux autonome : l'écoute d'une musique au tempo rapide entraînerait une augmentation de l'activité du système nerveux sympathique, indiquant une mise en action de l'organisme (Bernardi et al., 2006), tandis que l'exposition à un tempo plus lent influencerait l'activité nerveuse parasympathique, correspondant à un ralentissement des fonctions de l'organisme et un état de détente (Okada et al., 2009). Le tempo rapide serait par conséquent corrélé à une excitation émotionnelle et physiologique alors que le tempo lent serait davantage responsable de la relaxation (Bernardi et al., 2006 ; Gomez et Danuser, 2007 ; Ooishi et al., 2017). Par ailleurs, les effets excitant et relaxant des musiques au tempo rapide et lent ne seraient pas liés au style musical ou aux préférences du sujet (Bernardi et al., 2006).

Outre cet effet des variations du tempo musical sur l'éveil et le niveau d'excitation physiologique, le tempo modulerait également les émotions ressenties lors de l'écoute de la musique et leur intensité : une musique au tempo rapide serait associée à des émotions positives et/ou à forte valence (Gomez et Danuser, 2007).

Enfin, d'un point de vue cognitif, Thaut et al. (2005) émettent l'hypothèse que la structure temporelle de la musique agirait sur l'attention et la rapidité de traitement des informations.

PROBLEMATIQUE ET HYPOTHESES

Depuis quelques années, des chercheurs s'intéressent à l'impact que peut avoir la musique chez les personnes sévèrement cérébrolésées. Certains ont plus particulièrement étudié l'importance d'utiliser la musique préférée des patients ayant un trouble de la conscience : les sollicitations autobiographiques et chargées émotionnellement favoriseraient l'émergence de signes d'éveil et de conscience perceptive (Castro et al., 2015, Heine et al., 2017, Verger et al., 2014). Pourtant, ces études ne permettent pas de déterminer précisément les paramètres des musiques utilisées ayant un fort impact sur le comportement des patients en état de conscience altérée. Dans cette présente étude de cas, nous allons nous intéresser spécifiquement à une caractéristique musicale : le tempo.

La littérature met en évidence des effets physiologiques induits par les variations du tempo de la musique, c'est-à-dire une action sur le système nerveux périphérique. Certains auteurs supposent également un impact de ce paramètre musical sur le système nerveux central. Cependant les études sur les effets des aspects temporels de la musique sur l'organisme ont été réalisées uniquement chez des sujets sains. Gomez et Danuser (2007) émettent pourtant l'hypothèse que le tempo de la musique pourrait agir sur l'éveil des patients en état de conscience minimale. Par conséquent, il semble pertinent de déterminer si les effets des variations du tempo d'une musique écoutée, retrouvés chez des personnes saines, peuvent également être identifiés chez des patients ayant un trouble de la conscience. Autrement dit, **le tempo de la musique a-t-il un impact sur l'éveil et les réactions comportementales des patients en état de conscience minimale ?**

Nous émettons alors l'hypothèse générale suivante : les variations de tempo ont des effets sur l'éveil et les capacités comportementales d'une patiente en état de conscience minimale chronique. Plus précisément, nous supposons :

- Des effets physiologiques des variations du tempo : un ralentissement du rythme cardiaque pendant l'écoute des musiques au tempo lent et une accélération avec le tempo rapide, ainsi qu'un accroissement de la durée des périodes de veille avec le tempo rapide.
- De légères modifications comportementales en fonction des différentes conditions expérimentales : obtention de meilleurs scores aux évaluations et augmentation du nombre de comportements intentionnels suite à l'écoute des musiques par rapport au bruit blanc, et notamment après l'exposition à une musique au tempo rapide.

METHODOLOGIE

1. Population d'étude

1.1. *Critères d'inclusion et d'exclusion*

Ce mémoire porte sur une étude de cas unique. Nous avons sélectionné un patient selon des critères d'inclusion et d'exclusion préalablement établis.

Tout d'abord, le patient inclus dans l'étude devait être dans un état de conscience minimale chronique, d'origine traumatique ou non-traumatique, objectivé par les résultats obtenus à la CRS-R (Giacino et al., 2002). Nous avons également privilégié le recrutement d'un patient ayant une appétence pour la musique (goût antérieur prononcé pour la musique rapporté par les proches, écoute fréquente de musique en chambre, ...).

Par conséquent, les patients ayant un trouble de la conscience en phase aiguë, un diagnostic d'état d'éveil non-répondant, de Locked-in-Syndrom ou de coma ne pouvaient pas être retenus. Par ailleurs, nous avons exclu les patients présentant une surdité ou des troubles auditifs avérés, une agitation neuro-végétative, une instabilité médicale ou toute pathologie comorbide au moment de l'étude.

Selon ces critères, nous avons donc sélectionné une patiente après une rencontre avec son représentant légal et l'obtention de son consentement libre et éclairé (Annexe A).

1.2. *Lieu de l'expérimentation*

Toutes les évaluations et expérimentations se sont déroulées au sein du Centre de Médecine Physique et de Réadaptation (CMPR) le Clousis de la Croix-Rouge française de Saint Jean de Monts. Les passations ont été réalisées dans la chambre de la patiente (chambre individuelle) et Madame O. était installée dans son fauteuil.

1.3. *Présentation de la patiente*

Nous avons sélectionné Madame O., âgée de 68 ans, en état de conscience altérée depuis juin 2018. Nous avons pu recueillir des données relatives à cette patiente dans son dossier médical ainsi que lors d'échanges avec l'équipe soignante et un de ses fils.

Madame O. est retraitée, divorcée et mère de deux fils qui viennent lui rendre visite deux fois par semaine.

En mai 2018, on lui diagnostique un méningiome fronto-temporal gauche suite à des convulsions, des troubles de la marche, un ralentissement idéo-moteur et une paralysie du nerf oculomoteur gauche évoluant depuis cinq mois. La tumeur est retirée en juin au sein du service de neurochirurgie de l'Hôpital Nord Laennec du Centre Hospitalier Universitaire de Nantes. Cette opération s'est mal déroulée du fait de complications dues à une hémorragie cérébrale. Madame O. a été transférée, dans un état comateux, en service de réanimation pour plusieurs semaines. Une trachéotomie et une gastrostomie ont été mises en place pendant cette période. Par la suite, un électro-encéphalogramme réalisé en juillet a mis en évidence un foyer lent fronto-temporal gauche et une discrète activité épileptique intercritique. A son retour dans le service de neurochirurgie, les médecins concluent un état de conscience minimale de façon qualitative : Madame O. est capable d'ouvrir les yeux à la demande. Un déficit de l'hémicorps droit s'ajoute aux déficits pré-opératoires. Madame O. est admise au Centre de Médecine Physique et de Réadaptation en août 2018.

Actuellement, Madame O. porte encore une canule de trachéotomie et est nourrie par gastrostomie. Elle présente toujours une hémiplegie et une hémiparesie droites. Son œil gauche est définitivement fermé par l'atteinte du nerf oculomoteur et elle souffre d'une légère déficience visuelle liée à l'apparition de la cataracte. Elle ne présente cependant pas de déficience auditive. Aussi, son épilepsie est efficacement traitée. Depuis son arrivée au sein du service EVC-EPR, son état général reste stable.

Madame O. est suivie en kinésithérapie deux fois par semaine. Elle a également été prise en soin en orthophonie pendant un court temps pour des essais de phonation et la mise en place d'un moyen de communication alternative. Ce suivi a rapidement été arrêté car l'orthophoniste n'obtenait aucune réaction aux sollicitations proposées et observait des manifestations de refus de participer.

L'orthophoniste qui est intervenue, l'équipe soignante et les proches de Madame O. ont relevé de potentiels mouvements volontaires ainsi qu'un suivi de regard, néanmoins fluctuants. Ils rapportent également une communication possible mais inconstante grâce à un code oui/non par les mouvements de la tête.

Avant son opération, Madame O. aimait beaucoup écouter de la musique, notamment du piano. Son fils a par ailleurs remarqué, il y a quelques mois, qu'elle pianotait parfois des

doigts lorsqu'on lui faisait écouter de la musique. Mais elle ne le fait plus ces derniers temps, sans dégradation apparente de son état, ni modification particulière de son environnement ou de son traitement.

2. Déroulé de l'expérimentation

2.1. Procédure générale

Cette étude consiste à évaluer les réactions comportementales et physiologiques de la patiente en état de conscience minimale chronique suite à la présentation de musiques aux tempos différents (lent ou rapide) ou d'un bruit blanc.

Dans cette partie, nous allons décrire brièvement le déroulement de l'expérimentation, constituée de trois étapes. Les différents points de la procédure seront détaillés par la suite.

Dans un premier temps, après avoir sélectionné la patiente participant à la recherche et obtenu le consentement libre et éclairé de son représentant légal, deux passations de la CRS-R (Giacino et al., 2002) ont été réalisées afin d'évaluer le niveau de conscience de la patiente et ainsi objectiver le diagnostic d'état de conscience minimale, principal critère d'inclusion de l'étude.

Dans un second temps, nous avons procédé à douze passations du protocole expérimental, à raison de deux passations par semaine, pendant six semaines. Ce protocole a été imaginé et élaboré afin de répondre à la problématique de cette étude. Une partie suivante sera dédiée à la description de celui-ci.

Enfin, une nouvelle passation de la CRS-R a été effectuée afin de repérer une éventuelle évolution du niveau de conscience de la patiente à l'issue des douze passations.

2.2. Coma Recovery Scale-Revised (CRS-R)

Nous avons décidé d'utiliser la CRS-R tout au long de notre étude. En effet, il s'agit actuellement de l'échelle standardisée et validée de référence au niveau international et la majorité des études portant sur les patients ayant un trouble de la conscience s'appuie sur celle-ci. De plus, cette échelle serait la plus sensible à la détection de l'état de conscience minimale chronique (American Congress of Rehabilitation Medicine et al., 2010). L'Académie

Européenne de Neurologie recommande d'ailleurs l'utilisation de cette échelle pour poser le diagnostic de niveau de conscience (Kondziella et al., 2020).

2.2.1. Formation

Tout professionnel médical ou paramédical est habilité à utiliser cette échelle d'évaluation du niveau de conscience. En revanche, l'utilisation de celle-ci nécessite une formation préalable. Je me suis donc formée à l'administration de la CRS-R en septembre 2020, lors d'une formation en ligne organisée par le Coma Sciences Group¹ de Liège (Belgique).

2.2.2. Matériel

Le matériel employé pour l'administration de la CRS-R a été le suivant : une fiche de passation (Annexe B), une balle, un miroir², deux objets de la vie quotidienne (un verre et un peigne), une cuillère, un abaisse-langue et le protocole d'évaluation de la communication comportant six questions (visuelles, auditives ou autobiographiques) (Annexe C).

2.2.3. Passations

L'échelle d'évaluation du niveau de conscience a été administrée plusieurs fois auprès de Madame O. : deux fois au début de l'étude et une fois à la fin de celle-ci.

Premièrement, afin de valider les critères d'inclusion et d'exclusion de cette étude, nous avons évalué le niveau de conscience de Madame O. avant le démarrage des expérimentations. Pour cela, deux passations de la CRS-R ont été réalisées auprès de cette patiente. Il est en effet recommandé de répéter l'évaluation plusieurs fois afin d'éviter les erreurs diagnostiques (Wannez et al., 2017). Le meilleur résultat des deux évaluations a été retenu pour établir le diagnostic d'état de conscience minimale PLUS, l'item « mouvement reproductible sur demande » ayant été réussi (Tableau 1).

¹ Le Coma Science Group fait partie du GIGA Consciousness du CHU de Liège. Ce groupe de chercheurs vise à améliorer la compréhension des troubles de la conscience d'origine acquise, dans l'objectif d'améliorer les soins auprès des patients souffrant de ces troubles (<http://www.coma.ulg.ac.be/>).

² Une étude de Thonnard et al. (2014) a montré de meilleurs résultats à l'évaluation de la poursuite visuelle chez les patients en état de conscience minimale lorsque ce test était réalisé à l'aide d'un miroir reflétant leur propre visage par rapport à un objet ou une personne en mouvement. Nous avons donc choisi d'évaluer la poursuite visuelle et la fixation d'un miroir.

Tableau 1.

Rapport des items les plus complexes de chaque sous-échelle réussis par Madame O.

Fonction	Item réussi	Score
Fonction auditive	Mouvement reproductible sur demande	3 points
Fonction visuelle	Reconnaissance des objets	5 points
Fonction motrice	Réaction motrice automatique	5 points
Fonction oromotrice/verbale	Réflexes oraux	1 point
Communication	Néant	0 point
Eveil	Ouverture des yeux sans stimulation	2 points
TOTAL		16 points

Il est à noter que l'échelle prévoit de commencer l'évaluation de la fonction suivante dès lors qu'un item de la fonction précédente est réussi. Pour les besoins de la suite du protocole, nous avons préféré, lors de ces évaluations initiales, tester tous les items spécifiques au diagnostic d'état de conscience minimale. En effet, à l'issue des passations de la CRS-R, nous avons sélectionné trois items qu'il semblait pertinent de conserver en vue de les évaluer, par la suite, durant chaque session expérimentale.

Deuxièmement, la CRS-R a été une nouvelle fois administrée à la fin des douze sessions expérimentales. Cette dernière évaluation confirme le diagnostic d'état de conscience minimale PLUS, les items « mouvements reproductibles sur demande » et « communication non fonctionnelle : intentionnelle » ayant été validés. Madame O. a obtenu un total de 17 points, soit un point de plus que la première évaluation du niveau de conscience avant le début de la mise en place du protocole expérimental. Ce point supplémentaire correspond à la validation de l'item « communication fonctionnelle : intentionnelle ». Celui-ci ne permet pourtant pas d'envisager un diagnostic d'émergence de l'état de conscience minimale. La passation de la CRS-R à la fin du protocole, soit six mois après la première évaluation, approuve ainsi la chronicité de l'état de conscience de Madame O.

Aucun protocole d'éveil³ n'a dû être appliqué au cours des différentes passations de la CRS-R.

³ La CRS-R prévoit l'administration d'un protocole d'éveil dans le but de maintenir l'éveil si le patient n'ouvre pas les yeux, de façon répétée, ou ne réagit pas pendant plus d'une minute. Celui-ci consiste à effectuer une stimulation profonde au niveau du visage, de la nuque, de la main, du torse, du dos, de la jambe et des orteils.

2.3. *Stimulations sonores*

Cette étude s'intéresse particulièrement aux effets du tempo de la musique. Nous avons donc décidé de composer les musiques pour en contrôler les paramètres afin d'essayer d'isoler le critère « tempo de la musique » et éviter le plus possible des biais méthodologiques liés au support musical lui-même lors de l'évaluation et de l'analyse des résultats. C'est pourquoi nous avons choisi de concevoir des musiques sans paroles, constituées d'un seul instrument, avec une mélodie sommaire composée seulement de quelques notes et de peu de variations rythmiques. L'objectif était d'obtenir une musique très simple qui ne puisse pas être familière à la patiente, de sorte que seul le tempo de la musique varie et soit le paramètre essentiel des morceaux.

Nous avons opté pour un tempo lent à 60 bpm (battements par minute) et un tempo rapide à 180 bpm. Ces tempos ont été sélectionnés en s'appuyant sur les différents tempos que l'on peut retrouver en musique. En musique, le tempo le plus lent est appelé « largo » et correspond à 40-60 pulsations par minute ; le tempo le plus rapide se nomme « prestissimo » et équivaut à 140-200 pulsations par minute. En accord avec ces notions musicales, nous avons choisi un tempo rapide étant trois fois plus élevé que le tempo lent afin de bien marquer la différence entre les deux conditions expérimentales et de faciliter la composition des musiques.

Par ailleurs, en vue d'éviter un effet d'habituation à la musique et d'ennui de la part de la patiente à mesure des passations, trois musiques différentes ont été composées. Chaque musique a été créée à la fois au tempo rapide et au tempo lent. A partir des trois mélodies, nous avons ainsi obtenu six musiques différentes, trois rapides et trois lentes. Autrement dit, la musique A était à la fois au tempo rapide et lent, et pareillement pour les musiques B et C. Les trois musiques (A, B et C) ont été conçues selon les mêmes critères de composition.

Les trois musiques ont été composées en respectant les contraintes suivantes : musiques jouées en mode majeur⁴, sans parole, constituées de seulement cinq notes et des phrases musicales simples mais agréables à écouter. Elles comportent chacune deux couplets, un refrain et un final, et durent trois minutes. Les musiques ont d'abord été composées en 180 bpm puis ont été transposées numériquement en 60 bpm. Afin d'obtenir des musiques équivalentes en 60 bpm et 180 bpm, la structure du morceau a été adaptée en fonction du tempo comme ceci : les

⁴ Les musiques en mode majeur sont généralement considérées comme joyeuses (le mode mineur étant davantage ressenti comme triste) (Gomez et Danuser, 2007)

morceaux rapides sont constitués de trois boucles « couplets » puis trois boucles « refrain », trois boucles « couplets » et ainsi de suite (Figure 1). Les musiques lentes ne sont composées que d'une seule boucle « couplet » suivie d'une boucle « refrain », une boucle « couplet », etc. (Figure 2). Les différentes musiques ont donc toutes une durée similaire de trois minutes.

Figure 1.

Schéma de la composition d'une musique au tempo rapide (180 bpm)

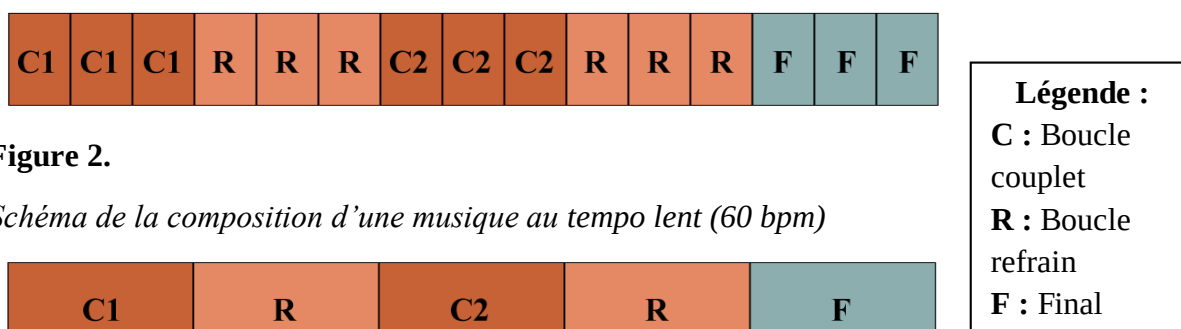


Figure 2.

Schéma de la composition d'une musique au tempo lent (60 bpm)



En outre, le bruit blanc a été recueilli à partir de la banque de sons gratuite et libre de droit LaSonomtheque (<https://lasonotheque.org/>) et a été coupé à partir du logiciel de montage Audacity© afin d'obtenir une durée identique aux musiques, soit trois minutes. En acoustique, le bruit blanc est défini comme un son ayant « une énergie spectrale constante sur l'intégralité de l'échelle des fréquences, soit par Hertz » (Hugonnet et Walder, 2003, cité par Fertier, 2018). L'écoute du bruit blanc constituera la condition contrôle du protocole puisqu'il s'agit d'une stimulation sonore neutre.

Les musiques ont été composées de façon numérique à l'aide d'un clavier et d'un synthétiseur permettant d'obtenir le son d'un piano, et enregistrées avec le logiciel séquenceur Cubase©.

2.4. Choix des items

Le protocole expérimental comporte l'évaluation de trois items, issus de la CRS-R. Ces trois items ont été sélectionnés préalablement, à l'issue de l'administration de la CRS-R au début de l'étude (Tableau 1). Les items suivants ont été choisis : « mouvement sur demande » avec la commande « Bougez la main », « utilisation fonctionnelle d'objets », à savoir un peigne et un verre, et « communication » à l'aide de six questions autobiographiques concernant le

prénom de la patiente, son année de naissance et son lieu de résidence antérieur à l'admission au sein du CMPR le Clousis de la Croix-Rouge française (Annexe D).

L'item « mouvement sur demande » a été assurément sélectionné puisqu'il avait été réussi lors de la première passation de la CRS-R avec la demande « Bougez la main ». Nous savions donc que Madame O. était capable de répondre à cette commande.

L'item « communication » n'a pas été validé lors de la première passation de l'échelle. En revanche, Madame O. avait pu répondre à certaines questions, en dehors de l'évaluation, avec un code oui/non par les mouvements de la tête. De plus, l'équipe soignante et les proches de la patiente ont pu également rapporter de possibles réponses oui/non qui semblent fiables mais fluctuantes. Nous avons donc trouvé pertinent d'évaluer cette capacité sur plusieurs séances et après les différentes conditions d'écoute afin de mettre éventuellement en évidence cette capacité qui n'a pas pu être validée par la CRS-R mais qui est présente au quotidien, bien qu'inconstante.

Enfin, l'item « utilisation d'objets » n'a pas été réussi durant les passations initiales de la CRS-R et cette compétence n'a été observée ni par les soignants ni par la famille. Néanmoins, cet item permet d'envisager le diagnostic d'émergence de l'état de conscience minimale. Il nous a donc semblé intéressant d'évaluer cette habileté pendant plusieurs semaines et après les différentes conditions expérimentales.

2.5. *Protocole expérimental*

L'étude s'est déroulée sur douze sessions d'évaluation par le protocole expérimental, à raison de deux passations par semaine, à trois jours d'intervalle, au même moment de la journée et par le même examinateur, moi-même. Le déroulé des sessions ainsi que le matériel utilisé et l'installation de celui-ci étaient strictement identiques tout au long de l'étude.

Les musiques et le bruit blanc ont été délivrés par une enceinte, posée sur une table devant la patiente, à une distance d'environ deux mètres de celle-ci. Le volume sonore a été contrôlé afin d'être identique à chaque session expérimentale. L'expérimentateur se trouvait toujours à droite de la table, face à la patiente pendant l'écoute des musiques et du bruit blanc

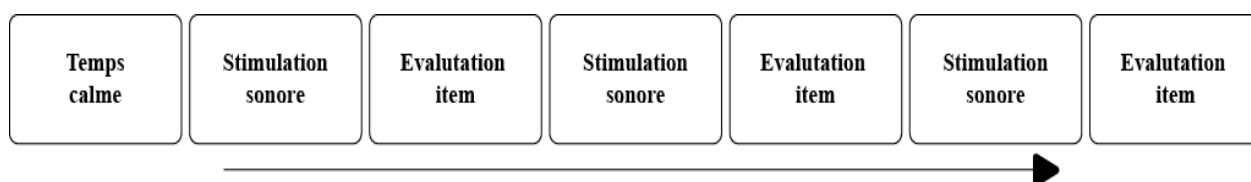
et se plaçait à sa gauche⁵, à hauteur de ses yeux, pour les différentes évaluations. L'ensemble des sessions ont été filmées par une caméra posée également sur la table, face à la patiente.

Toutes les sessions d'évaluation étaient précédées d'un temps calme de quinze minutes durant lequel la patiente n'était exposée à aucune stimulation : télévision et radio éteintes, aucune visite, aucun soin. Ce temps a permis d'assurer, le plus possible, un niveau équivalent de charge attentionnelle au moment de débiter toutes les sessions expérimentales.

Une session d'évaluation était composée de trois conditions expérimentales, chacune constituée d'une stimulation sonore (un bruit blanc, une musique au tempo rapide ou musique au tempo lent), suivie de la question « Ça va ? » (question à laquelle, selon l'équipe soignante et les proches de la patiente, Madame O. pouvait répondre le plus souvent) et de la passation d'un des items de la CRS-R sélectionnés au terme des deux premières évaluations du niveau de conscience (« mouvement sur demande », « utilisation d'objets » ou « communication ») (Figure 3).

Figure 3.

Schéma du déroulement d'une session expérimentale



Un possible temps de latence nécessaire pour répondre aux différentes sollicitations a été pris en compte. Ainsi, conformément aux recommandations de la CRS-R, les comportements clairement perceptibles apparaissant dans les dix secondes suivant les demandes ont été notés.

Les sessions expérimentales ont varié au cours des douze passations de façon pseudo-aléatoire afin d'éviter un effet d'habituation.

Tout d'abord, trois musiques différentes (nommées A, B et C) ont été composées. La présentation des musiques durant les douze séances a varié de sorte que la même musique ne soit pas présentée deux fois lors d'une session et que l'ordre de présentation des trois musiques diffère d'une session expérimentale à l'autre (Annexe E.).

⁵ Madame O. présentant une hémiparésie droite, il était important de se placer à sa gauche afin qu'elle prenne conscience de la présence de l'examineur.

Par ailleurs, dans l'objectif de pouvoir éliminer un effet d'ordre au moment de l'analyse des résultats, les trois conditions expérimentales (écoute d'un bruit blanc, d'une musique rapide et d'une musique lente) ont été présentées dans des ordres différents au cours des sessions, de façon pseudo-aléatoire : une même répartition des trois conditions ne pouvait être acceptée pendant deux sessions successives et il devait y avoir un même nombre de configurations équivalentes à la fin des douze sessions d'expérimentation (Annexe E).

Enfin, les trois items de la CRS-R présentés à la suite de l'écoute des différents extraits sonores ont été les mêmes pendant les douze sessions. En revanche, ils ont été présentés de façon pseudo-aléatoire après chaque condition expérimentale de sorte que les trois items soient évalués durant la session d'évaluation sans être présentés après les mêmes stimulations sonores lors de plusieurs sessions consécutives (Annexe E).

En définitive, douze mesures expérimentales ont pu être recueillies par condition auditive (condition contrôle, écoute d'une musique rapide et écoute d'une musique lente). Chaque combinaison d'une condition d'écoute, d'une des trois musiques (ou du bruit blanc dans le cas de la condition contrôle) et d'un des items de la CRS-R sélectionnés a été évaluée un nombre identique de fois (Annexe E).

2.6. *Constantes physiologiques*

Tout au long de chaque session expérimentale, la saturation en oxygène ainsi que le rythme cardiaque ont été mesurés par un saturomètre. Les données ne pouvant être enregistrées, l'écran du saturomètre a été filmé et les constantes ont été notées pendant les différentes écoutes (bruit blanc, musique rapide et musique lente). L'évolution des marqueurs physiologiques a donc pu être analysée par la suite. Les modifications de ces constantes reflètent des réactions végétatives et émotionnelles du patient.

2.7. *Evaluation des réactions comportementales*

L'ensemble des sessions a été filmé en vue d'analyser, a posteriori et en aveugle⁶, les réactions comportementales de la patiente pendant l'écoute des différentes musiques et du bruit

⁶ L'analyse des comportements de la patiente, à travers les vidéos, est réalisée sans connaître la condition expérimentale, c'est-à-dire la stimulation sonore qui a été délivrée.

blanc ainsi que lors des évaluations, à partir des vidéos des sessions expérimentales. Cette analyse qualitative permet de poser un regard clinique et d'étudier les différents comportements de la patiente selon les conditions expérimentales.

3. Traitement des données

Les différentes données recueillies au cours de l'étude seront analysées de façon qualitative et quantitative à l'aide notamment de statistiques non-paramétriques descriptives.

3.1. *Constantes physiologiques*

Seules les modifications de la saturation en oxygène et du rythme cardiaque de la patiente pendant les stimulations sonores seront analysées. Les constantes initiales, c'est-à-dire la valeur de la saturation en oxygène et du rythme cardiaque au début d'une période de stimulation sonore, et les constantes à la fin de cette période seront relevées lors de chaque session pour les trois conditions expérimentales. Il s'agira donc d'analyser la différence moyenne entre ces deux valeurs, pour chacune des conditions expérimentales, afin de repérer d'éventuelles variations physiologiques pendant la musique au tempo rapide, au tempo lent et le bruit blanc.

3.2. *Réponse à la question et évaluation de l'item*

La présence ou non d'une réponse à la question « Ça va ? » posée à la suite de chaque stimulation sonore a été inscrite dans un tableau Excel afin de comptabiliser le nombre de réponses obtenues à cette question, qu'elles soient positives ou négatives, après l'écoute de la musique rapide, de la musique lente et du bruit blanc.

De la même façon, la réussite ou non aux évaluations des trois items issus de la CRS-R a été reportée dans un tableau Excel en vue d'obtenir le nombre de succès à chacun des items sur les douze sessions ainsi qu'au regard des différentes conditions expérimentales.

3.3. *Analyse des réactions comportementales*

Une analyse qualitative et quantitative des réactions comportementales de Madame O. pendant les stimulations sonores et l'évaluation des items issus de la CRS-R sera enfin réalisée. Pour cela, il s'agira, tout d'abord, de lister les différents comportements observés chez cette patiente. Dans un deuxième temps, une analyse des vidéos, en aveugle, sera effectuée. Le son de la vidéo sera coupé et l'ordre de présentation des conditions expérimentales ne sera pas connu afin de limiter les biais d'interprétation des réactions comportementales liés à la connaissance du type de stimulation sonore présenté. Lors de ce premier visionnage, les comportements observés durant chaque écoute et chaque évaluation seront décrits et quantifiés en nombre et en durée. Enfin, un deuxième visionnage des vidéos sera effectué en conservant, cette fois-ci, le son afin de repérer d'éventuels changements de comportements en réaction avec la mélodie des musiques.

Dans un dernier temps, nous chercherons s'il existe des corrélations entre les différentes données physiologiques et comportementales recueillies et analysées durant toute cette étude. Nous vérifierons également l'absence d'effets des musiques utilisées (A, B ou C), d'ordre de présentation des stimulations sonores et des trois items de la CRS-R.

RESULTATS

1. Constantes physiologiques

La différence entre la valeur de la saturation en oxygène et du rythme cardiaque au début d'une période de stimulation sonore et la fin de cette période a été établie. Nous avons ainsi calculé la différence moyenne relative et absolue pour chaque condition expérimentale, c'est-à-dire pendant l'écoute d'un bruit blanc, d'une musique au tempo rapide et d'une musique au tempo lent (pour un tableau détaillé des différences entre la valeur initiale et finale des constantes physiologiques lors de chaque session, pour les trois conditions expérimentales : Annexe F).

Tableau 2.

Différences moyennes et relatives de la valeur initiale et finale des constantes physiologiques pour chaque condition expérimentale au cours des douze sessions

	Bruit blanc		Musique rapide		Musique lente	
	Saturation en oxygène	Rythme cardiaque	Saturation en oxygène	Rythme cardiaque	Saturation en oxygène	Rythme cardiaque
Moyenne relative	-0,08	-0,17	0	2,33	-0,33	1,58
Moyenne absolue	0,75	1	1	3	0,83	1,92

Ce tableau montre une augmentation moyenne du rythme cardiaque pendant l'écoute des musiques. Cette élévation est d'autant plus importante dans la condition tempo rapide. De plus, la moyenne absolue indique une augmentation relativement homogène, autrement dit, quelle que soit la session expérimentale, l'élévation ou la diminution du rythme cardiaque fluctue peu. En effet, nous observons peu d'écart entre la différence moyenne relative et absolue des valeurs initiales et finales du rythme cardiaque (Tableau 2).

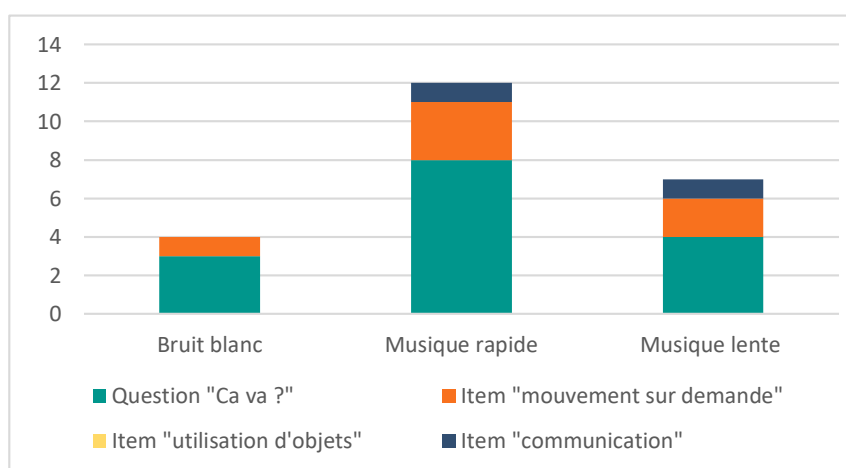
Par ailleurs, la saturation en oxygène a été généralement constante au cours des sessions, quelle que soit la condition expérimentale (Tableau 2).

2. Réussite aux évaluations

Le nombre de réponse à la question « Ça va ? », posée directement après l'écoute de chaque stimulation sonore, ainsi que l'occurrence des succès à chacun des trois items issus de la CRS-R ont été recueillis et analysés dans les trois conditions expérimentales.

Figure 4.

Histogramme cumulé du nombre de réponses à la question et de réussites aux trois items selon les conditions expérimentales



2.1. Réponses à la question

Madame O. a pu donner une réponse à question « Ça va ? » après chaque type de stimulation sonore mais dans des proportions différentes : huit réponses ont été obtenues à l'issue de l'écoute de musiques au tempo rapide, quatre après l'écoute de musiques au tempo lent et trois à la suite du bruit blanc (condition contrôle) (Figure 4). Ainsi, davantage de réponses ont été relevées à la suite de la condition tempo rapide par rapport à la condition tempo lent et à la condition contrôle. Plus précisément, lors des douze passations, nous notons deux fois plus de réponses à la question « Ça va ? » lorsque celle-ci succédait l'écoute d'une musique au tempo rapide par rapport aux deux autres conditions expérimentales.

2.2. Réussites aux items

2.2.1. Item « mouvement sur demande »

L'évaluation de l'item « mouvement sur demande » à l'aide de la commande « Bougez la main » a été réussie plusieurs fois au cours des douze sessions expérimentales. L'item a ainsi

été validé trois fois à la suite de l'écoute de musiques rapides, deux fois après l'écoute de musiques lentes et une seule fois dans la condition contrôle (Figure 4). Cette évaluation a donc été davantage réussie par Madame O. à la suite de l'audition de musiques par rapport à celle du bruit blanc.

2.2.2. Item « utilisation d'objets »

L'item « utilisation d'objets » (utilisation d'un peigne et d'un verre) n'a jamais été réussi par la patiente au cours des douze sessions (Figure 4), ce qui pouvait être attendu au vu de l'échec à ce même item lors des deux passations initiales de la CRS-R.

En revanche, nous avons cherché à analyser le comportement de Madame O. pendant ces évaluations au-delà de la réussite à l'item. Un point a alors été attribué lorsqu'elle a pu regarder les objets pendant l'évaluation et un point à chaque fois qu'elle a eu une action sur ces objets (par exemple, faire bouger le peigne dans sa main). Les scores obtenus par la patiente dans chaque condition expérimentale sont les suivants : sept points dans la condition tempo rapide, trois points dans la condition tempo lent et trois points dans la condition contrôle. De plus, nous avons noté l'occurrence des refus de tenir les objets, clairement exprimés par la patiente. Les résultats suivants sont ainsi rapportés : deux refus pendant les évaluations faisant suite à l'écoute d'une musique au tempo rapide, six refus après l'écoute d'une musique au tempo lent et sept refus après le bruit blanc. Ainsi, nous observons moins de refus dans la condition tempo rapide par rapport aux deux autres conditions expérimentales.

2.2.3. Item « communication »

L'item « communication » repose sur six questions autobiographiques constituées de paires d'affirmations correctes et incorrectes à confirmer ou invalider, identiques au cours des sessions. Nous attribuons un point à chaque réponse observée. Le code oui/non de la patiente repose sur les mouvements de la tête ; ce code est inconstant mais semble fiable.

Elle a répondu à une question dans la condition tempo rapide et une dans la condition tempo lent. En revanche, elle n'a jamais répondu aux questions dans la condition contrôle (Figure 4).

Cependant, nous avons pu remarquer que chaque question de cette évaluation a été accompagnée d'au moins un comportement non-réflexe (41 comportements somatiques non-

réflexes relevés au cours des douze passations de l'item « communication »), à l'exception d'une session dans laquelle l'item « communication » était évalué après l'écoute du bruit blanc ; les réponses physiologiques réflexes ont été, quant à elles, moins observées pendant les questions d'évaluation (N = 6). Par ailleurs, les affirmations correctes semblent avoir entraîné davantage de mouvements somatiques non-réflexes par rapport aux affirmations incorrectes. En effet, 25 comportements non-réflexes ont été notés pendant la présentation des affirmations correctes et 16 comportements lors des affirmations incorrectes. En outre, le nombre de comportements non-réflexes lors des affirmations correctes est d'autant plus élevé lorsque cet item a été évalué à la suite de l'écoute d'une musique au tempo rapide (N = 25) par rapport à l'écoute d'une musique au tempo lent (N = 9) et du bruit blanc (N = 8).

3. Analyse comportementale

L'analyse des vidéos, a posteriori, a permis de lister les comportements de la patiente pendant les stimulations sonores et les différentes évaluations, en vue d'une analyse descriptive de ses réactions comportementales (Annexe G).

3.1. *Périodes de veille*

Le temps de veille de la patiente, c'est-à-dire la durée des périodes durant lesquelles elle ne dort pas, pendant les stimulations sonores et les différentes évaluations a été mesuré puis exprimé en pourcentage (pourcentage de la durée d'ouverture des yeux par rapport à la durée totale de la sollicitation).

Le pourcentage moyen du temps de veille pendant les stimulations sonores et les évaluations varie en fonction de l'extrait sonore écouté. En effet, il est supérieur pendant l'écoute d'une musique au tempo rapide (92,9 %) par rapport à l'écoute d'une musique au tempo lent (80 %) et l'écoute du bruit blanc (74,6 %). Cette différence est également relevée pendant les évaluations succédant l'écoute des différentes stimulations sonores mais de façon moins marquée. Ainsi, en moyenne, Madame O. a été davantage éveillée pendant les évaluations lorsque celles-ci étaient réalisées à l'issue de l'écoute d'une musique au tempo rapide (93,8 %) par rapport aux évaluations faisant suite à l'écoute d'une musique au tempo lent (86,3 %) ou du bruit blanc (87 %).

3.2. Types de comportements observés

L'ensemble des comportements observés et relevés pendant les douze sessions expérimentales a été classé en trois catégories : les comportements réflexes, signes d'une réaction physiologique, les comportements somatiques non-réflexes, orientés vers le monde extérieur, et les réactions émotionnelles.

3.2.1. Comportements réflexes

Les comportements suivants ont été considérés comme réflexes : mâchonnement, déglutition, toux et bâillement. Les comportements dits réflexes observés pendant les stimulations sonores et les évaluations ont été relevés puis dénombrés.

Le nombre de comportements réflexes relevés pendant les stimulations sonores varie selon le type de stimulation. L'écoute du bruit blanc a été accompagnée d'un peu plus de mouvements réflexes (N = 25) par rapport à l'écoute des musiques au tempo rapide (N = 19) et l'écoute des musiques au tempo lent (N = 18). Par ailleurs, l'analyse des comportements de la patiente pendant les évaluations montre une occurrence légèrement supérieure de mouvements réflexes lorsque ces évaluations faisaient suite à l'écoute d'une musique rapide (N = 16) par rapport au bruit blanc (N = 13) et à la musique lente (N = 9).

Par ailleurs, de façon qualitative, il est à noter que les déglutitions sont toujours déclenchées à la suite de mâchonnements. Cette période de mâchonnement précédant une déglutition peut être considérée comme un temps d'insalivation. La durée de l'insalivation a été mesurée pendant les stimulations sonores et les évaluations ; aucune différence marquée n'a été relevée entre les trois conditions expérimentales. Il en est de même pour le nombre de déglutitions qui ne varie pas selon les stimulations sonores. Les mâchonnements peuvent également faire suite à de la toux, accompagner un comportement volontaire, tel que relever la tête, ou encore être associés à une demande lors des évaluations. De plus, lorsqu'une stimulation tactile ou verbale a été nécessaire pour stimuler la patiente pendant les passations, des mouvements réflexes apparaissent généralement subséquemment. Enfin, aucun mouvement réflexe n'a pu être associé à un changement dans la mélodie des musiques.

3.2.2. Comportements somatiques orientés vers l'environnement

Les comportements somatiques, non-réflexes, qui semblent répondre à une stimulation de l'environnement et être tournés vers un but identifiable, ont été classés parmi les comportements orientés. Dans cette étude, ces comportements sont les suivants : mouvements d'une partie du corps, relèvement ou changement d'orientation de la tête, grattage, tenue d'un objet de l'environnement (tissu, accoudoir du fauteuil, ...), réponses oui/non en dehors des questions évaluées, caresse ou toucher d'une partie du corps, hochement de tête, mouvement orienté vers le saturomètre ou la canule de trachéotomie.

Ainsi, davantage de comportements dits orientés vers l'environnement ont pu être observés pendant l'écoute de musiques au tempo rapide (N = 77) par rapport à l'écoute d'une musique au tempo lent (N = 67) et du bruit blanc (N = 60). De plus, les comportements somatiques de la patiente notés lors des différentes évaluations ont été bien plus nombreux lorsque l'évaluation était réalisée après l'écoute d'une musique au tempo rapide (N = 66) comparativement à celles succédant l'écoute d'une musique au tempo lent (N = 38) et du bruit blanc (N = 22).

Qualitativement, nous notons que de nombreux comportements somatiques orientés apparaissent conjointement ou consécutivement à des mouvements de mâchonnements (N = 32), ou encore en association avec d'autres mouvements non-réflexes (par exemple, la patiente relève la jambe et tourne la tête simultanément) (N = 21). De plus, il semble exister un réel lien entre les comportements somatiques rapportés, considérés comme orientés vers un but, et les questions posées. En effet, nous relevons 85 comportements ainsi identifiés lorsqu'une question a été posée (seuls 15 réflexes ont pu être reliés à des questions). Enfin, nous pouvons associer de nombreux comportements non-réflexes à des changements dans la mélodie des musiques au tempo lent et rapide (N = 10).

3.2.3. Réactions émotionnelles

Nous avons considéré les soupirs, la respiration forte et les reniflements comme étant des réactions émotionnelles aux sollicitations.

Très peu de réactions émotionnelles ont pu être relevées durant les douze passations, quelle que soit la stimulation sonore ou l'évaluation présentée. Une description quantitative ne semble donc pas pertinente pour cette catégorie réactionnelle. De plus, les expressions faciales de Madame O. pendant les écoutes et les évaluations n'ont pas permis d'identifier des

modifications émotionnelles : aucun changement d'expression faciale, aucun pleur, sourire ni expression de dégoût n'ont été observés. La patiente a pu paraître triste à certains moments mais cette sensation n'a pas été prise en compte puisqu'aucun signe objectif ne permettait de justifier ce sentiment. Aussi, les réactions émotionnelles n'ont pas pu être reliées à des changements mélodiques. Cependant, nous pouvons associer quelques réactions émotionnelles à des questions (N = 9).

3.3. Réactions comportementales aux sollicitations

Nous avons cherché à noter la quantité de comportements pouvant être considérés comme réactionnels au début ou à la fin d'une stimulation sonore ou d'une évaluation. Ainsi, en prenant en compte le possible temps de latence chez cette patiente, tous les comportements apparaissant dans les dix secondes suivant le début ou la fin d'une sollicitation (stimulus auditif ou évaluation) ont été comptabilisés.

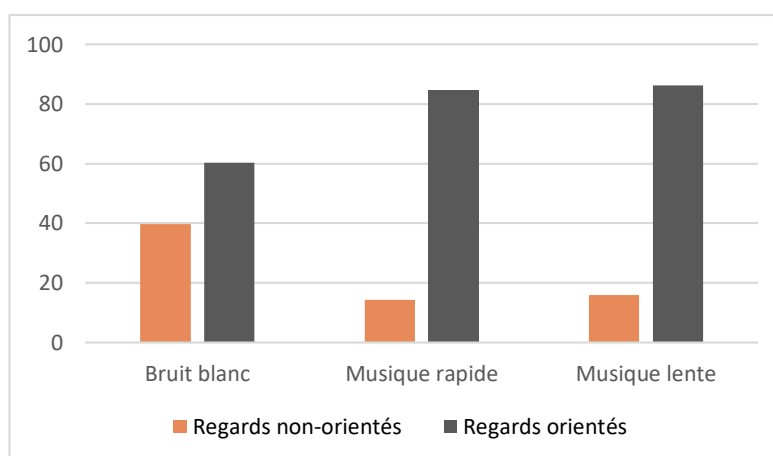
Très peu de réactions de la patiente aux débuts des sollicitations ont pu être observées : seulement sept réactions notées au début de l'écoute des musiques au tempo lent, quatre dans la condition tempo rapide et deux dans la condition contrôle. De même, peu de comportements en réaction au début des évaluations dans les différentes conditions expérimentales ont été relevés, et très rarement en réaction à la fin d'une sollicitation.

3.4. Orientation du regard

Le visionnage des vidéos a permis, par ailleurs, d'analyser l'orientation du regard de la patiente pendant les stimulations sonores et les évaluations. Lors des stimulations sonores, il semble particulièrement intéressant de distinguer les périodes pendant lesquelles l'orientation du regard de la patiente est clairement identifiable et semble dirigé vers une direction de l'environnement (nous les appellerons « regards orientés »), des périodes durant lesquelles l'orientation du regard n'est pas franche et semble « dans le vague », que nous nommerons « regards non-orientés ». Durant les évaluations, la durée de présence ou d'absence de contact visuel avec l'expérimentateur a été analysée.

Figure 5.

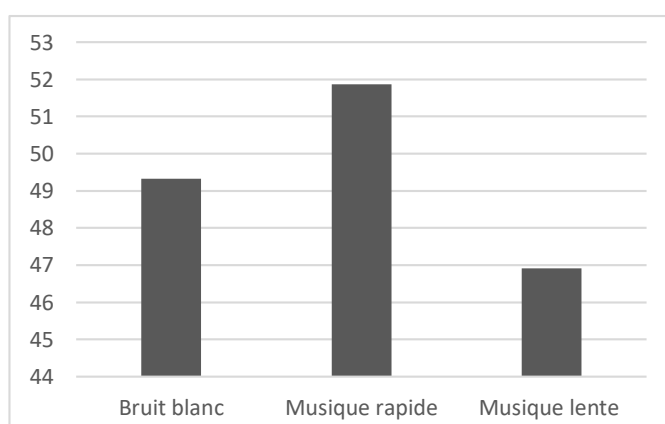
Histogramme du pourcentage de temps moyen de « regards orientés » et « regards non-orientés » pendant les stimulations sonores



La durée moyenne de « regards non-orientés » est supérieure pendant l'écoute du bruit blanc (39,7 %) par rapport à l'écoute de la musique au tempo rapide (14,4 %) et lent (16 %) (Figure 5).

Figure 6.

Histogramme du pourcentage de temps moyen de contact visuel avec l'expérimentateur pendant les évaluations



La durée moyenne des regards vers l'examineur lors des évaluations, c'est-à-dire de contact visuel avec l'expérimentateur, est très légèrement supérieure lorsque les demandes faisaient suite à l'écoute d'une musique au tempo rapide (51,9 %) par rapport au tempo lent (47 %) et au bruit blanc (49,4 %) (Figure 6).

Par ailleurs, nous avons noté l'alternance des regards orientés vers l'examineur et vers les objets lors de l'évaluation de l'item « utilisation d'objets ». Aucune différence entre les conditions expérimentales n'a été relevée.

4. Analyse chronologique des données

La comparaison des sessions expérimentales entre elles montre qu'il n'y a pas de session durant laquelle l'analyse de toutes les conditions expérimentales a pu révéler un éveil et des comportements conscients plus importants. Ainsi, de meilleures facultés ont pu être observées dans l'une des conditions expérimentales d'une session, indépendamment de la réussite aux autres conditions expérimentales, et ceci également indépendamment du moment de la passation (début, milieu ou fin de la session).

De plus, dans cette étude, il n'y a pas d'effet de l'ordre de présentation des stimulations sonores ou des items, ni des musiques utilisées (musiques A, B ou C). Des comportements et des résultats similaires ont pu être observés quel que soit le moment de présentation des stimulations sonores et des items (au début, au milieu ou à la fin de la séance) et quelle que soit la musique utilisée. Pareillement, les passations ont été réalisées deux jours par semaine (lundi ou jeudi) mais il n'y a pas de différence dans les résultats et les observations selon le jour de la passation du protocole expérimental.

5. Evolution à long terme

A mesure de l'avancée des passations, davantage de réponses de la part de la patiente ont pu être observées : réponses oui/non et comportements somatiques orientés vers le monde environnant (Annexe H). En particulier, à partir de la cinquième session, un accroissement du nombre de réponses aux sollicitations et des comportements non-réflexes peut être noté. L'occurrence de ces comportements diminue de nouveau à la fin de l'étude, Madame O. manifestant de plus en plus son refus de répondre aux stimulations. En outre, le bilan final a été plus difficile à réaliser en raison d'une opposition, exprimée par la patiente, à effectuer les tâches demandées.

De plus, au cours des douze passations, l'entourage de Madame O. ainsi que le personnel soignant ont pu relever une évolution dans le comportement de la patiente. En effet, ils rapportent moins de périodes d'endormissement dans la journée, davantage de réponses oui/non, plus de réactions au quotidien et moins de refus dans les soins.

DISCUSSION

Cette étude s'intéresse à l'impact de la musique, et plus précisément du tempo musical, chez les patients en état de conscience minimale chronique. Elle participe à déterminer si les variations du tempo peuvent avoir un effet sur les fonctions végétatives et cognitives chez ces patients sévèrement cérébrolésés. A travers une étude de cas unique, nous avons donc étudié les modifications physiologiques et comportementales durant l'écoute de musiques aux tempos différents ainsi que lors des évaluations succédant ces stimulations sonores afin de répondre à la problématique suivante : les variations du tempo de la musique ont-elles un effet sur l'éveil et les réactions comportementales chez une patiente en état de conscience minimale chronique ?

Différentes mesures basées sur un protocole défini ont alors été réalisées afin de valider les hypothèses de cette étude. En outre, l'analyse des vidéos, en aveugle et à distance, a permis de découvrir d'autres réactions comportementales de la patiente en faveur de nos hypothèses. Par conséquent, nous exposerons un faisceau d'arguments permettant de répondre à la problématique initiale.

Bien que certains résultats paraissent particulièrement intéressants, ils sont néanmoins à interpréter avec prudence, l'étude ayant été réalisée sur une seule patiente et le nombre de mesures par condition restant faible.

1. Interprétation des résultats et validation des hypothèses

1.1. *Effets physiologiques du tempo de la musique*

La première hypothèse opérationnelle de cette étude était la suivante : les variations du tempo de la musique ont des effets physiologiques chez une patiente en état de conscience minimale chronique. Nous supposons alors un ralentissement du rythme cardiaque pendant l'écoute des musiques au tempo lent et une accélération avec le tempo rapide ; ainsi que l'élévation, par le tempo rapide, de la durée des périodes pendant lesquelles la patiente est éveillée.

Cette hypothèse a été partiellement validée. En effet, nous avons constaté une augmentation moyenne du rythme cardiaque pendant l'écoute des musiques au tempo rapide. Cependant, nous n'avons pas noté de diminution du rythme cardiaque par l'écoute des musiques au tempo lent ; nous relevons, au contraire, une élévation moyenne de celui-ci. Néanmoins,

comparativement à la condition tempo rapide, le rythme cardiaque relevé dans la condition tempo lent diminue ; ce dernier reste supérieur à celui constaté dans la condition contrôle (condition expérimentale de référence). Ces résultats corroborent donc, en partie, les données de la littérature scientifique. Effectivement, des études sur l'impact du tempo chez les personnes saines ont mis en évidence une augmentation du rythme cardiaque lors de l'écoute d'une musique au tempo rapide ainsi qu'une diminution de celui-ci durant l'écoute d'une musique au tempo lent (Gomez et Danuser, 2007 ; Mollakazemi et al., 2019). Nous nous attendions à des résultats similaires chez Madame O. ; pourtant les données recueillies dans cette étude, auprès d'une patiente en état de conscience minimale chronique, varient légèrement de celles observées chez les sujets sains. Il est cependant à noter que la saturation en oxygène et le rythme cardiaque ont été uniquement relevés lors des stimulations sonores. Nous n'avons donc aucune donnée concernant l'évolution de ces marqueurs physiologiques pendant les évaluations, en fonction des conditions expérimentales. De plus, il aurait été intéressant d'avoir la possibilité d'enregistrer toutes les secondes la valeur de ces constantes physiologiques afin d'établir une moyenne et son écart type de ces données pour chaque condition expérimentale (stimulations sonores et évaluations). Le relevé des données ainsi réalisé aurait été plus pertinent, car davantage représentatif des variations des constantes physiologiques au cours d'une session expérimentale, pour mettre en évidence des modifications végétatives induites par le tempo de la musique.

Par ailleurs, les différences de la durée des périodes de veille pendant les stimulations sonores et les évaluations les succédant sont particulièrement intéressantes à analyser. En effet, la patiente a été davantage éveillée lors de l'écoute des musiques au tempo rapide et également lorsque les évaluations étaient réalisées dans cette condition expérimentale. La deuxième partie de notre hypothèse opérationnelle est donc vérifiée.

Enfin, l'analyse comportementale a permis de relever les comportements dits réflexes, signes de réactions physiologiques. Cette analyse n'a pas mis en évidence d'importantes variations selon les conditions expérimentales. Un nombre légèrement supérieur de mouvements réflexes a été noté pendant l'écoute du bruit blanc, mais cette occurrence est à comparer à celle des comportements non-réflexes. Il apparaît ainsi que l'écoute du bruit blanc a entraîné, chez Madame O., davantage de mouvements réflexes mais moins de comportements non-réflexes orientés vers l'environnement, au contraire des autres conditions expérimentales. Nous pouvons supposer que cette donnée ne reflète pas nécessairement une augmentation des

effets physiologiques par l'écoute d'un bruit blanc mais plutôt une plus faible occurrence de comportements non-réflexes dans cette condition contrôle.

Les résultats obtenus concernant le rythme cardiaque et la durée de veille montrent ainsi des changements physiologiques, végétatifs, liés au tempo de la musique : le tempo rapide semble avoir joué sur l'éveil et la vigilance de Madame O. Ceci renforce l'hypothèse de Gomez et Danuser (2007) qui supposent que le tempo de la musique agirait sur l'éveil des patients en état de conscience minimale chronique.

1.2. Effets du tempo de la musique sur les réactions comportementales

La seconde hypothèse opérationnelle de cette étude concerne les effets du tempo sur les capacités comportementales de la patiente. Nous supposons l'obtention de scores supérieurs aux évaluations ainsi que l'augmentation du nombre de comportements dirigés, en réponse aux stimulations de l'environnement, suite à l'exposition aux musiques par rapport au bruit blanc, et plus particulièrement après l'écoute d'une musique au tempo rapide.

Tout d'abord, l'analyse du nombre de réponses obtenues à la question « Ça va ? », posée à la suite des stimulations sonores, met en évidence davantage de réponses non-verbales dans la condition tempo rapide. Concernant l'évaluation des items issus de la CRS-R, l'analyse du nombre de réussites et d'échecs selon les différentes conditions expérimentales ne permet pas de montrer un effet du tempo de la musique sur la quantité de succès. Les items choisis parmi ceux de la CRS-R étaient probablement trop difficiles pour Madame O., ce qui peut expliquer la très faible réussite à ceux-ci, quelle que soit la condition expérimentale. Ainsi, l'utilisation des items de cette échelle constitue certainement une limite dans cette étude, puisqu'ils n'ont pas permis de mettre en exergue des différences comportementales apparaissant à la suite de l'écoute des stimulations sonores.

Pourtant, l'analyse, a posteriori, des vidéos a permis d'observer les comportements de la patiente pendant les stimulations sonores et les évaluations, et ainsi montrer des différences qualitatives et quantitatives entre les conditions expérimentales. En effet, nous avons constaté davantage de comportements dirigés vers les objets ainsi qu'une meilleure participation à l'évaluation de l'item « utilisation d'objets » dans la condition tempo rapide. De même, l'évaluation de l'item « communication », bien que très peu réussie, a été accompagnée d'une quantité supérieure de comportements non-réflexes orientés vers l'environnement dans la

condition tempo rapide, par rapport aux deux autres conditions expérimentales ; ces manifestations ayant été, en outre, davantage relevées lors des affirmations correctes. Nous n'avons aucune preuve du caractère volontaire de ces comportements. Néanmoins, nous pouvons supposer une part d'intentionnalité puisque ceux-ci apparaissent généralement en réaction à une sollicitation environnementale et semblent avoir un but identifiable (par exemple, bouger la main pour se gratter). Aussi, il ne s'agit pas de comportements réflexes comme peuvent l'être le bâillement ou la déglutition. Bien que certains éléments présument une intentionnalité dans ces comportements, l'attribution de ce caractère reste donc en partie subjective. Cependant, nous pouvons émettre l'hypothèse que Madame O. a pu considérer les stimulations de son environnement et faire preuve d'une compréhension parcellaire et fluctuante de certaines questions posées, et ce notamment lorsque l'évaluation faisait suite à l'écoute d'une musique au tempo rapide.

Par ailleurs, davantage de comportements somatiques orientés ont été observés pendant et après l'écoute des musiques au tempo rapide. Ces réactions ont souvent pu être mises en lien avec des changements dans la mélodie (passage du couplet au refrain et inversement, par exemple).

Enfin, l'analyse de l'orientation du regard a mis en évidence une diminution de la présence de « regards non-orientés » pendant l'écoute des musiques par rapport à l'écoute du bruit blanc, et une augmentation du contact visuel avec l'expérimentateur lors des évaluations dans la condition tempo rapide.

Par conséquent, l'analyse des réactions comportementales a été essentielle dans cette étude. Elle a permis d'observer certaines capacités de la patiente qui ne pouvaient être détectées par les échelles actuelles, en particulier par la CRS-R.

L'ensemble de ces données présume donc que Madame O. a pu porter son attention aux musiques puisque les changements dans la mélodie ont entraîné des changements dans le comportement. Plus précisément, le tempo de la musique semble avoir eu un effet sur l'éveil et les capacités comportementales de la patiente : le tempo rapide aurait entraîné davantage de comportements orientés et appropriés au contexte, en réponse aux sollicitations externes. Ces réactions comportementales et les réponses clairement exprimées aux questions et demandes sont le signe d'une conscience de soi et de l'environnement (selon les critères d'évaluation de l'état de conscience minimale de Giacino et al., 2002). Effectivement, selon ces auteurs, la présence d'un code oui/non fonctionnel, de réponses à des ordres simples et de comportements

intentionnels en réponse à des stimulations environnementales sont des signes d'un état de conscience minimale. Ainsi, nous pouvons supposer que l'écoute de musiques au tempo rapide (180 bpm) a eu un effet sur l'état conscient de Madame O., c'est-à-dire sur sa conscience de soi et de l'environnement, ainsi que sur sa vigilance.

De plus, le contact visuel constitue un élément essentiel de la communication non-verbale. Ce contact avec l'expérimentateur a été plus fréquent dans la condition tempo rapide. Ceci contribue donc à démontrer les effets positifs du tempo rapide de la musique, qui semble augmenter l'éveil général de la patiente et donc probablement ses capacités comportementales et cognitives, et favoriser l'émergence de facultés communicationnelles. Par ailleurs, l'alternance des regards orientés vers l'examineur et les objets renvoie à la capacité d'attention conjointe, compétence socle de la communication. Aucune différence n'a été constatée entre les conditions expérimentales. Le nombre de données étant faible, la relation entre le tempo et les capacités d'attention conjointe serait à approfondir.

En outre, l'analyse des comportements de la patiente pendant les évaluations met également en avant davantage de comportements non-réflexes en réaction à des demandes lorsque ces évaluations suivaient l'écoute d'une musique au tempo rapide. Les effets de la stimulation sonore paraissent donc, toute mesure gardée, durer dans le temps. Nous remarquons que l'évaluation de l'item « communication », pourtant bien plus longue que les autres, semble avoir été également influencée par la stimulation sonore la précédant et, par conséquent, la condition expérimentale. Ce résultat encourage donc à précéder les prises en soin par l'écoute d'une musique au tempo rapide afin d'optimiser l'éveil et les fonctions cognitives des patients, et ainsi favoriser la mise en place d'un état bénéfique à la communication.

1.3. Réactions émotionnelles

Nous n'avons pas émis d'hypothèse concernant un potentiel effet du tempo sur les réactions émotionnelles de la patiente. Cependant, il a tout de même semblé important de les relever lors de l'analyse comportementale afin de ne négliger aucun comportement pouvant apparaître comme significatif d'une réaction à la musique. Selon Trochidis et Bigand (2013), le tempo de la musique modulerait la valeur des émotions ressenties lors de l'écoute. Le tempo rapide serait ainsi associé à un fort sentiment de bonheur ou de colère, en raison de l'augmentation de l'activation du cortex frontal gauche.

Dans cette étude, nous n'avons pas observé de modifications émotionnelles objectives. En effet, aucun signe émotionnel clairement identifiable n'a pu être observé et les variations des comportements considérés comme étant des réactions émotionnelles (soupirs, respiration forte, reniflements) sont trop faibles pour conclure d'un quelconque effet du tempo musical sur les émotions. Nous pouvons émettre l'hypothèse que les musiques composées n'étaient pas propices à l'expression d'émotions, la structure musicale étant très simple et probablement trop peu saillante pour provoquer de fortes émotions, positives ou négatives.

1.4. *Evolution à long terme*

Initialement, nous n'avions pas envisagé une évolution des résultats obtenus aux évaluations et des comportements de la patiente à mesure des passations, c'est-à-dire à long terme. En effet, la patiente sélectionnée étant considérée en état de conscience minimale chronique, nous pouvions seulement nous attendre à une modification transitoire de son éveil et de ses capacités comportementales, induite par l'écoute de musiques aux tempos différents. Pourtant, force est de constater une amélioration dans le temps des capacités de la patiente, rapportée, notamment, par l'équipe soignante et les proches, bien que son niveau de conscience, évalué par la CRS-R, reste identique six mois après le début des expérimentations.

Néanmoins, nous ne pouvons pas conclure de l'effet bénéfique de l'utilisation de la musique à long terme puisque Madame O. n'avait auparavant aucune stimulation, exceptées les séances en kinésithérapie. A notre connaissance, il n'y a eu aucun changement dans l'environnement de la patiente qui pourrait expliquer les modifications comportementales de celle-ci. Ainsi, les deux stimulations par semaine réalisées dans le cadre de cette étude semblent avoir été bénéfiques. Ceci coïncide avec les données de la littérature. En effet, dans des études rapportées par Schnakers et al. (2016), il apparaît que les stimulations sensorielles peuvent stimuler les réseaux neuronaux lésés, accélérer la plasticité cérébrale et éviter une déprivation sensorielle qui aurait un effet extrêmement délétère sur le cerveau (Elliott et Walker, 2005).

Il paraît donc pertinent de continuer à stimuler cette patiente plusieurs fois par semaine afin de lui apporter un bien-être au quotidien⁷, de solliciter la conscience de soi et de l'environnement, et l'inciter à réagir et interagir avec le monde qui l'entoure. Au demeurant, des études (rapportées par La Gattuta et al., 2018) suggèrent un traitement complet des patients

⁷ Les soignants rapportent moins de refus dans les soins et moins de périodes d'endormissement dans la journée. Aussi, la patiente a pu exprimer à plusieurs reprises le bien-être que lui apportaient les stimulations musicales.

atteints d'un trouble de la conscience par des stimulations sensorielles et/ou de la musicothérapie, de la kinésithérapie, de l'orthophonie et éventuellement une thérapie cognitive.

2. Intérêts de l'étude

Tout d'abord, cette étude confirme l'effet positif, déjà identifié par plusieurs auteurs (Magee, 2018), de l'écoute de musiques comparativement à l'écoute de stimulations sonores neutres. Notre recherche valide donc les conclusions précédemment établies et encourage l'utilisation de stimulations musicales pour adapter l'environnement sensoriel des patients en état de conscience altérée.

Cette étude a permis, plus particulièrement, de mettre en évidence des modifications physiologiques et comportementales en réponse aux variations du tempo de la musique. Les résultats sont en faveur d'un effet bénéfique du tempo rapide sur l'éveil général et les capacités comportementales et probablement cognitives chez Madame O.

Par ailleurs, cette étude soutient l'importance d'une prise en soin orthophonique auprès des patients en état de conscience altérée. L'orthophoniste, qui s'applique à identifier les signes d'éveil et de conscience pour stimuler l'émergence de facultés cognitives et communicationnelles permettant aux patients d'interagir avec le monde extérieur, dispose d'une indication supplémentaire quant à l'intérêt de précéder une prise en soin par l'écoute de musique, et notamment d'une musique au tempo rapide, afin de stimuler l'éveil et les capacités résiduelles des patients.

Ces données encouragent donc, d'une part, à continuer les stimulations sensorielles auprès de cette patiente, et d'autre part, à poursuivre l'étude de l'impact du tempo de la musique chez les patients en état de conscience altérée.

3. Limites de l'étude

Cette étude, bien qu'ayant révélé des résultats intéressants à analyser, présente des biais et limites.

Tout d'abord, il est à souligner que les résultats obtenus ne peuvent absolument pas être généralisés à la population des personnes en état de conscience minimale chronique puisque

cette étude n'a été réalisée qu'auprès d'une seule patiente et le nombre de données recueillies reste faible.

De plus, nous avons rencontré des limites en raison des fluctuations de la conscience qui caractérisent la population choisie dans ce mémoire. En effet, les patients en état de conscience minimale chronique présentent des capacités qui sont très variables au cours de la journée. Ainsi, en fonction de l'état de conscience et de vigilance de la patiente au moment de la passation, les résultats ont parfois pu être différents de ceux observés généralement. Par ailleurs, la patiente sélectionnée ayant des problèmes visuels importants, certains items de la CRS-R, notamment la poursuite visuelle, qui avaient été réussis au moment de la première passation de l'échelle, n'ont pas été choisis car les difficultés sensorielles auraient ajouté des contraintes lors de l'évaluation et auraient pu constituer un biais méthodologique. Les items sélectionnés étaient, par conséquent, trop difficiles pour la patiente, qui a le plus généralement échoué lors des passations.

Lors des dernières sessions expérimentales, Madame O. a pu manifester des comportements de refus envers les demandes. Les douze passations étaient nécessaires pour obtenir un maximum de données, néanmoins, la redondance des sessions (musiques et sollicitations toujours identiques) a probablement entraîné une habitude et un ennui chez la patiente à mesure des semaines.

Par ailleurs, la musique composée aux fins de cette étude présente également des limites. En effet, bien que les trois mélodies aient été composées selon les mêmes modèles et contraintes, celles-ci restent tout de même différentes ; leur impact a donc pu varier. La patiente a aussi pu avoir une préférence ou une aversion pour une ou plusieurs des musiques. A noter également que les morceaux ont été composés en 180 bpm puis retranscrits en 60 bpm. Ils étaient donc peut-être moins adaptés à un tempo lent, ce qui a pu jouer sur l'attractivité de ceux-ci. Enfin, aucune étude, à notre connaissance, ne s'est intéressée à l'impact de la durée des musiques. Certains auteurs ont choisi des musiques de cinq minutes (Heine et al., 2017 ; Verger et al., 2014), d'autres des musiques d'une minute (Castro et al., 2015). Nous avons opté pour des musiques de trois minutes ; mais une durée différente aurait peut-être induit d'autres résultats.

Enfin, l'étude présente des biais méthodologiques puisqu'elle ne prévoyait qu'un seul examinateur et une seule personne analysant les résultats, les interprétations restent donc subjectives. En outre, il existe un biais de confirmation : nous avons sélectionné certaines

variables à analyser afin de valider nos hypothèses. Une analyse différente aurait peut-être apporté d'autres résultats et interprétations.

4. Amélioration du protocole et perspective de recherche

Malgré les limites et biais de cette recherche, les résultats sont encourageants et montrent la faisabilité de l'étude.

Néanmoins, le protocole pourrait être amélioré afin de prévenir certains biais méthodologiques. Plusieurs expérimentateurs pourraient participer aux évaluations puis aux analyses des résultats pour éviter au maximum un biais de subjectivité. De plus, l'analyse qualitative pourrait être perfectionnée par la création d'une grille d'observation plus objective et validée. En revanche, la question de la possibilité d'une telle création se pose : peut-on généraliser une grille d'analyse comportementale tandis que les comportements de ces patients dépendent de nombreux facteurs et notamment des capacités motrices ?

Dans le futur, une analyse automatique des vidéos permettrait davantage d'objectivité dans le relevé des comportements. Aussi, une analyse des expressions faciales fines serait intéressante, elle permettrait notamment d'interpréter les réactions émotionnelles.

En perspective, une étude similaire pourrait être réalisée auprès d'une cohorte de patients plus importante afin d'augmenter la validité des résultats. En outre, ce mémoire pourrait s'inscrire dans une recherche plus globale qui étudierait la structure interne de la musique afin de déterminer les effets bénéfiques, ou non, des autres paramètres musicaux sur les performances et l'éveil général des patients en état de conscience altérée. Les différentes variables de la musique pourraient être contrôlées en vue d'utiliser ce médiateur de façon la plus optimale possible pour favoriser le maintien et le développement de la conscience, des facultés cognitives et de la communication ; et d'apporter des outils aux orthophonistes, en élargissant notamment le choix de la musique utilisée, afin d'accompagner au mieux le patient.

Pour conclure, nous pouvons reprendre les trois intérêts de l'utilisation de la musique en clinique selon Verger et al. (2014), qui illustrent l'utilité d'étendre notre recherche à une plus large population : améliorer le diagnostic en précédant l'évaluation du niveau de conscience du patient de l'écoute d'une musique afin de révéler ses capacités résiduelles réelles, enrichir l'environnement des patients en état de conscience altérée pour maintenir et stimuler leur éveil et capacités, et, hypothétiquement, indiquer le pronostic d'évolution de ces patients.

CONCLUSION

De nombreuses recherches commencent à s'intéresser à l'effet bénéfique de la musique chez les patients ayant un trouble de la conscience. Le choix des musiques exploitées dans ces études s'oriente souvent vers la musique préférée du patient pour ses effets émotionnels et familiers sur le bien-être et la mémoire autobiographique. Cependant, aucune étude ne s'est intéressée à la structure interne de la musique.

Cette étude de cas avait donc pour objectif d'explorer les effets d'un des paramètres de la musique, le tempo, sur l'éveil et les capacités comportementales d'une patiente en état de conscience minimale chronique. Nous avons alors composé des musiques et élaboré un protocole expérimental afin d'étudier l'influence du tempo musical sur l'état de conscience de cette patiente.

L'analyse et l'interprétation des données obtenues à l'issue de douze passations du protocole mettent en exergue l'impact bénéfique de l'écoute de musiques au tempo rapide sur l'éveil général et les réactions comportementales de cette patiente. Ces résultats encouragent donc à poursuivre cette étude auprès d'autres patients en état de conscience minimale chronique ; des recherches à plus grande échelle permettraient ainsi d'objectiver et de valider nos premières observations.

A l'avenir, la musique pourrait devenir un outil clinique indispensable pour l'évaluation, la pose d'un diagnostic et d'un pronostic d'évolution, ainsi que la prise en soin de ces patients sévèrement cérébrolésés. L'étude de l'impact des différentes caractéristiques musicales (mélodie, rythme, mode, tonalité, présence ou non de paroles, etc) favoriserait la composition et l'utilisation de musiques dont la structure interne pourrait optimiser l'éveil ainsi que les capacités cognitives des patients en état de conscience altérée, et faciliter la communication verbale ou non-verbale avec les soignants et les proches.

BIBLIOGRAPHIE

- American Congress of Rehabilitation Medicine, Brain Injury-Interdisciplinary Special Interest Group, Disorders of Consciousness Task Force, Seel, R. T., Sherer, M., Whyte, J., Katz, D. I., Giacino, J. T., Rosenbaum, A. M., Hammond, F. M., Kalmar, K., Pape, T. L., Zafonte, R., Biester, R. C., Kaelin, D., Kean, J., et Zasler, N. (2010). Assessment scales for disorders of consciousness: evidence-based recommendations for clinical practice and research. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 91(12), 1795-1813. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2010.07.218>
- Bernardi, L., Porta, C. et Sleight, P. (2006). Cardiovascular, cerebrovascular, and respiratory changes induced by different types of music in musicians and non-musicians: the importance of silence. *Heart (British Cardiac Society)*, 92(4), 445–452. <https://doi.org/10.1136/hrt.2005.064600>
- Bhatty, G. B. et Kapoor, N. (1993). The Glasgow Coma Scale: A mathematical critique. *Acta Neurochirurgica*, 120(3-4), 132-135. <https://doi.org/10.1007/BF02112031>
- Bruno, M-A., Ledoux, D., Vanhaudenhuyse, A., Gosseries, O., Thibaut, A. et Laureys, S. (2011). Pronostic des patients récupérant du coma. Dans C. Schnakers et S. Laureys (dir.), *Coma et états de conscience altérée*. Springer.
- Bruno, M-A., Vanhaudenhuyse, A., Thibaut, A., Moonen, G. et Laureys, S. (2011). From unresponsive wakefulness to minimally conscious PLUS and functional locked-in syndromes: recent advances in our understanding of disorders of consciousness. *Journal of Neurology* 258(7), 1373-1384. <https://doi.org/10.1007/s00415-011-6114-x>
- Carrière, M., Larroque, S. K., Martial, C., Bahri, M. A., Aubinet, C., Perrin, F., Laureys, S. et Heine, L. (2020). An Echo of Consciousness: Brain Function During Preferred Music. *Brain connectivity*, 10(7), 385–395. <https://doi.org/10.1089/brain.2020.0744>

- Cassol, H., Aubinet, C., Thibaut, A., Wannez, S., Martial, C., Martens, G. et Laureys, S. (2018). Diagnostic, pronostic et traitements des troubles de la conscience. *NPG Neurologie – Psychiatrie – Gériatrie* 18(103), 47-59. <https://doi.org/10.1016/j.npg.2017.04.001>
- Castro, M., L'Héritier, F., Plailly, J., Saive, A-L., Corneyllie, A., Tillmann, B. et Perrin, F. (2020). Personal familiarity of music and its cerebral effect on subsequent speech processing. *Scientific Reports*, 10(14854), 1-11. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-71855-5>
- Castro, M., Tillmann, B., Luauté, J., Corneyllie, A., Dailler, F., André-Obadia, N. et Perrin, F. (2015). Boosting cognition with music in patients with disorders of consciousness. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 29(8), 734–742. <https://doi.org/10.1177/1545968314565464>
- Cheng, L., Cortese, D., Monti, M. M., Wang, F., Riganello, F., Arcuri, F., Di, H. et Schnakers, C. (2018). Do Sensory Stimulation Programs Have an Impact on Consciousness Recovery?. *Frontiers in neurology*, 9, 826. <https://doi.org/10.3389/fneur.2018.00826>
- Claassen, J., Doyle, K., Matory, A., Couch, C., Burger, K. M., Velazquez, A., Okonkwo, J. U., King, J. R., Park, S., Agarwal, S., Roh, D., Megjhani, M., Eliseyev, A., Connolly, E. S. et Rohaut, B. (2019). Detection of Brain Activation in Unresponsive Patients with Acute Brain Injury. *The New England journal of medicine*, 380(26), 2497–2505. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa1812757>
- Couty, E., Abenhaim, L. et Léger, S. (2002). *Circulaire DHOS/02/DGS/SD5D/DGAS n° 2002-288 du 3 mai 2002 relative à la création d'unités de soins dédiées aux personnes en état végétatif chronique ou en état pauci-relationnel* (publication n°2002-288). Ministère des Solidarités et de la Santé. <https://solidarites-sante.gouv.fr/fichiers/bo/2002/02-20/a0202031.htm>

Dannenberg, R. B. et Mazzoni, D. (2021). *Audacity* (version 3) [logiciel]. Muse Group.
<https://audacity.fr/>

Elliott, L. et Walker, L. (2005). Rehabilitation interventions for vegetative and minimally conscious patients. *Neuropsychological Rehabilitation*, 15(3/4), 480-493.
<https://doi.org/10.1080/09602010443000506>

Estienne, F. (2019). Introduction. Dans F. Estienne et T. De Barelli (dir.), *Remédiation orthophonique par la musique* (p.9-19). De Boeck Supérieur.

Fertier, A. (2018). *Le pouvoir des sons – Les histoires extraordinaires de la musicothérapie*. Ellebore

Fukui, H. et Toyoshima, K. (2008). Music facilitate the neurogenesis, regeneration and repair of neurons. *Medical hypotheses*, 71(5), 765–769.
<https://doi.org/10.1016/j.mehy.2008.06.019>

Giacino, J. T. (1996). Sensory stimulation: theoretical perspectives and the evidence for effectiveness. *NeuroRehabilitation*, 6(1), 69-78. <https://doi.org/10.3233/NRE-1996-6108>

Giacino, J. T., Ashwal, S., Childs, N., Cranford, R., Jennett, B., Katz, D. I., Kelly, J. H., Rosenberg, J., Whyte, J., Zafonte, R. D. et Zasler, N. D. (2002). The minimally conscious state definition and diagnostic criteria. *Neurology*, 58(3), 349–353.
<https://doi.org/10.1212/WNL.58.3.349>

- Giacino, J. T., Fins, J. J., Laureys, S. et Schiff, N. D. (2014). Disorders of consciousness after acquired brain injury: the state of the science. *Nature Reviews Neurology*, 10(2), 99-114. <https://doi.org/10.1038/nrneurol.2013.279>
- Giacino, J. T., Hirsch, J., Schiff, N. et Laureys, S. (2006). Functional neuroimaging applications for assessment and rehabilitation planning in patients with disorders of consciousness. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 87(12 Suppl 2), S67–S76. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2006.07.272>
- Giacino, J. T. et Kalmar, K. (2008). *Echelle de récupération du coma version revue française*. Center for Head Injuries.
- Giacino, J. T., Kalmar, K. et Whyte, J. (2004). The JFK Coma Recovery Scale-Revised: Measurement characteristics and diagnostic utility. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 85(12), 2020- 2029. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2004.02.033>
- Giacino, J. T., Katz, D. I. et Whyte, J. (2013). Neurorehabilitation in disorders of consciousness. *Seminars in neurology*, 33(2), 142–156. <https://doi.org/10.1055/s-0033-1348960>
- Gill-Thwaites, H. (2006). Lotteries, loopholes and luck: Misdiagnosis in the vegetative state patient. *Brain Injury* 20(13-14), 1321-1328. <https://doi.org/10.1080/02699050601081802>
- Gomez, P. et Danuser, B. (2007). Relationships Between Musical Structure and Psychophysiological Measures of Emotion. *Emotion* 2007, 7(2), 377-387. <https://doi.org/10.1037/1528-3542.7.2.377>

- Heine, L., Castro, M., Martial, C., Tillmann, B., Laureys, S. et Perrin, F. (2015). Exploration of Functional Connectivity During Preferred Music Stimulation in Patients with Disorders of Consciousness. *Frontiers in psychology*, 6, 1704. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.01704>
- Heine, L., Tillmann, B., Hauet, M., Juliat, A., Dubois, A., Laureys, S., Kandel, M., Plailly, J., Luauté, J. et Perrin, F. (2017). Effects of preference and sensory modality on behavioural reaction in patients with disorders of consciousness. *Brain Injury*, 31(10), 1307-1311. <https://doi.org/10.1080/02699052.2017.1306108>
- Hummel, F. et Cohen, L. G. (2005). Drivers of brain plasticity. *Current Opinion in Neurology*, 18(6), 667-674. <https://doi.org/10.1097/01.wco.0000189876.37475.42>
- Jain, R. et Ramakrishnan, A. G. (2020). Electrophysiological and Neuroimaging Studies - During Resting State and Sensory Stimulation in Disorders of Consciousness: A Review. *Frontiers in neuroscience*, 14, 555093. <https://doi.org/10.3389/fnins.2020.555093>
- Jennett, B. et Plum, F. (1972). Persistent vegetative state after brain damage. A syndrome in search of a name. *The Lancet*, 299(7753), 734-737. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(72\)90242-5](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(72)90242-5)
- Kondziella, D., Bender, A., Diserens, K., van Erp, W., Estraneo, A., Formisano, R., Laureys, S., Naccache, L., Ozturk, S., Rohaut, B., Sitt, J. D., Stender, J., Tiainen, M., Rossetti, A. O., Gosseries, O., Chatelle, C. et EAN Panel on Coma, Disorders of Consciousness (2020). European Academy of Neurology guideline on the diagnosis of coma and other disorders of consciousness. *European journal of neurology*, 27(5), 741-756. <https://doi.org/10.1111/ene.14151>

Kotchoubey, B., Pavlov, Y. G. et Kleber, B. (2015). Music in Research and Rehabilitation of Disorders of Consciousness: Psychological and Neurophysiological Foundations. *Frontiers in Psychology*, 6(1763),1-15. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.01763>

La Gattuta, E., Corallo, F., Lo Buono, V., De Salvo, S., Caminiti, F., Rifici, C., Alagna, A., Arcadi, F., Bramanti, A. et Marino, S. (2018). Techniques of cognitive rehabilitation in patients with disorders of consciousness: a systematic review. *Neurological sciences : official journal of the Italian Neurological Society and of the Italian Society of Clinical Neurophysiology*, 39(4), 641–645. <https://doi.org/10.1007/s10072-017-3235-8>

Lancioni, G. E., Bosco, A., Belardinelli, M. O., Singh, N. N., O'Reilly, M. F. et Sigafoos, J. (2010). An overview of intervention options for promoting adaptive behavior of persons with acquired brain injury and minimally conscious state. *Research in Developmental Disabilities*, 31(6), 1121-1134. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2010.06.019>

Laureys, S. (2015). Un si brillant cerveau. Odile Jacob.

Laureys, S., Berré, J. et Goldman, S. (2001). Cerebral Function in Coma, Vegetative State, Minimally Conscious State, Locked-in Syndrome, and Brain Death. Dans J. L. Vincent (dir.), *Yearbook of Intensive Care and Emergency Medicine 2001* (vol. 2001, p. 386-396). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-642-59467-0_33

Laureys, S., Bodart, O. et Gosseries, O. (2014). The Glasgow Coma Scale: Time for critical reappraisal? *The Lancet Neurology*, 13(8), 755-757. [https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(14\)70152-8](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(14)70152-8)

Laureys, S., Celesia, G., Cohadon, F., Lavrijsen, J., Leon-Carrion, J., Sannita, W. G., Schmutzhard, E., von Wild, K. R., Zeman, A., Dolce, G. et European Task Force on Disorders of Consciousness (2010). European Task Force on Disorders of

- Consciousness, Unresponsive wakefulness syndrome: a new name for the vegetative state or apallic syndrome. *BMC Medicine* 2010, 8(68), 1-4. <https://doi.org/10.1186/1741-7015-8-68>
- Laureys, S. et Schiff, N. D. (2012). Coma and consciousness: paradigms (re)framed by neuroimaging. *NeuroImage*, 61(2), 478-491. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2011.12.041>
- Ledoux, D., Piret, S., Boveroux, P., Bruno, M-A., Vanhaudenhuyse, A., Damas, P., Moonen, G. et Laureys, S. (2008). Les échelles d'évaluation des états de conscience altérée. *Réanimation*, 17(7), 695-701. <https://doi.org/10.1016/j.reaurg.2008.07.004>
- Liu, Y., Liu, G., Wei, D., Li, Q., Yuan, G., Wu, S., Wang, G. et Zhao, X. (2018). Effects of Musical Tempo on Musicians' and Non-musicians' Emotional Experience When Listening to Music. *Frontiers in psychology*, 9, 2118. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.02118>
- Lombardi, F., Taricco, M., De Tanti, A., Telaro, E. et Liberati, A. (2002). Sensory stimulation of brain-injured individuals in coma or vegetative state: results of a Cochrane systematic review. *Clinical rehabilitation*, 16(5), 464-472. <https://doi.org/10.1191/0269215502cr519oa>
- Magee, W. L. (2005). Music therapy with patients in low awareness states: Approaches to assessment and treatment in multidisciplinary care. *Neuropsychological Rehabilitation* 2005, 15(3/4), 522-536. <http://dx.doi.org/10.1080/09602010443000461>
- Magee, W. L. (2007). Music as a diagnostic tool in low awareness states: Considering limbic responses. *Brain Injury*, 21(6), 593-599. <https://doi.org/10.1080/02699050701426907>

Magee W. L. (2018). Music in the diagnosis, treatment and prognosis of people with prolonged disorders of consciousness. *Neuropsychological rehabilitation*, 28(8), 1331–1339. <https://doi.org/10.1080/09602011.2018.1494003>

Mélotte, E., Maudoux, A., Delhalle, S., Lagier, A., Thibaut, A., Aubinet, C., Kaux, J. F., Vanhaudenhuyse, A., Ledoux, D., Laureys, S. et Gosseries, O. (2020). Swallowing in individuals with disorders of consciousness: A cohort study. *Annals of physical and rehabilitation medicine*, S1877-0657(20)30117-2. Advance online publication. <https://doi.org/10.1016/j.rehab.2020.04.008>

Mollakazemi, M. J., Biswal, D., Elayi, S. C., Thyagarajan, S. et Evans, J. (2019). Synchronization of Autonomic and Cerebral Rhythms During Listening to Music: Effects of Tempo and Cognition of Songs. *Physiological research*, 68(6), 1005–1019. <https://doi.org/10.33549/physiolres.934163>

Moussard, A., Rochette, F. et Bigand, E. (2012). La musique comme outil de stimulation cognitive. *L'année psychologique*, 112(3), 499-542. <https://doi.org/10.4074/S0003503312003077>

Nomenclature Générale des Actes en Orthophonie (J.O. 29 août 2020)

Oh, H. et Seo, W. (2003). Sensory stimulation programme to improve recovery in comatose patients. *Journal of clinical nursing*, 12(3), 394–404. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2702.2003.00750.x>

Okada, K., Kurita, A., Takase, B., Otsuka, T., Kodani, E., Kusama, Y., Atarashi, H. et Mizuno, K. (2009). Effects of music therapy on autonomic nervous system activity, incidence of heart failure events, and plasma cytokine and catecholamine levels in elderly patients

- with cerebrovascular disease and dementia. *International heart journal*, 50(1), 95–110.
<https://doi.org/10.1536/ihj.50.95>
- O'Kelly, J., James, L., Palaniappan, R., Taborin, J., Fachner, J. et Magee, W. L. (2013). Neurophysiological and behavioral responses to music therapy in vegetative and minimally conscious States. *Frontiers in human neuroscience*, 7(884).
<https://doi.org/10.3389/fnhum.2013.00884>
- O'Kelly, J. et Magee, W. L. (2013b). The complementary role of music therapy in the detection of awareness in disorders of consciousness: An audit of concurrent SMART and MATADOC assessments. *Neuropsychological Rehabilitation*, 23(2), 287-298.
<https://doi.org/10.1080/09602011.2012.753395>
- Okumura, Y., Asano, Y., Takenaka, S., Fukuyama, S., Yonezawa, S., Kasuya, Y. et Shinoda, J. (2014). Brain activation by music in patients in a vegetative or minimally conscious state following diffuse brain injury. *Brain injury*, 28(7), 944–950.
<https://doi.org/10.3109/02699052.2014.888477>
- Ooishi, Y., Mukai, H., Watanabe, K., Kawato, S. et Kashino, M. (2017). Increase in salivary oxytocin and decrease in salivary cortisol after listening to relaxing slow-tempo and exciting fast-tempo music. *PloS one*, 12(12), e0189075.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0189075>
- Owen, A. M., Coleman, M. R., Boly, M., Davis, M. H., Laureys, S. et Pickard, J. D. (2006). Detecting awareness in the vegetative state. *Science (New York, N.Y.)*, 313(5792), 1402.
<https://doi.org/10.1126/science.1130197>

- Perrin, F., Castro, M., Tillmann, B. Luauté, J. (2015). Promoting the use of personally relevant stimuli for investigating patients with disorders of consciousness. *Frontiers in psychology*, 6, 1102. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.01102>
- Platel, H. (2005). Neuropsychologie clinique de la perception musicale. *NPG Neurologie – Psychiatrie – Gériatrie*, 6(33), 44-52. [https://doi.org/10.1016/S1627-4830\(06\)75247-3](https://doi.org/10.1016/S1627-4830(06)75247-3)
- Platel, H. (2010). Anatomie fonctionnelle de la perception et de la mémoire musicale. Dans B. Lechevalier, H. Platel et F. Eustache (dir.), *Le cerveau musicien* (p. 291-303). De Boeck Supérieur
- Platel, H., Price, C., Baron, J.-C., Wise, R., Lambert, J., Frackowiak, R. S. J., Lechevalier, B. et Eustache, F. (1997). The structural components of music perception: A functional anatomical study. *Brain*, 120(2), 229-243. <https://doi.org/10.1093/brain/120.2.229>
- Scammell, T. E., Arrigoni, E. et Lipton, J. (2017). Neural Circuitry of Wakefulness and Sleep. *Neuron*, 93(4), 747-765. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2017.01.014>
- Schiff, N. D. (2015). Cognitive Motor Dissociation Following Severe brain Injuries. *JAMA Neurology*, 72(12), 1413-1415. <https://doi.org/10.1001/jamaneurol.2015.2899>
- Schnakers, C., Giacino, J., Kalmar, K., Piret, S., Lopez, E., Boly, M., Malone, R. et Laureys, S. (2006). Does the FOUR Score Correctly Diagnose the Vegetative and Minimally Conscious States?. *Annals of Neurology*, 60(6), 744-745. <https://doi.org/10.1002/ana.20919>
- Schnakers, C. et Laureys, S. (2011). Introduction. Dans C. Schnakers et S. Laureys (dir.), *Coma et états de conscience altérée* (p. 1-2). Springer

Schnakers, C., Magee, W. L. et Harris, B. (2016). Sensory Stimulation and Music Therapy Programs for Treating Disorders of Consciousness. *Frontiers in psychology*, 7, 297. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.00297>

Schnakers, C. et Majerus, S. (2011). Evaluation comportementale et diagnostic des états de conscience altérée. Dans C. Schnakers et S. Laureys (dir.), *Coma et états de conscience altérée*. Springer.

Schnakers, C., Vanhaudenhuyse, A., Giacino, J., Ventura, M., Boly, M., Majerus, S., Moonen, G. et Laureys, L. (2009). Diagnostic accuracy of the vegetative and minimally conscious state: Clinical consensus versus standardized neurobehavioral assessment. *BMC Neurology*, 9(35). <https://doi.org/10.1186/1471-2377-9-35>

Seel, R. T., Douglas, J., Dennison, A. C., Heaner, S., Farris, K. et Rogers, C. (2013). Specialized Early Treatment for Persons With Disorders of Consciousness: Program Components and Outcomes. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 94(10), 1908-1923. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2012.11.052>

Shiel, A., Horn, S. A., Wilson, B. A., Watson, M. J., Campbell, M. J. et McLellan, D. L. (2000). The Wessex Head Injury Matrix (WHIM) main scale: a preliminary report on a scale to assess and monitor patient recovery after severe head injury. *Clinical rehabilitation*, 14(4), 408–416. <https://doi.org/10.1191/0269215500cr326oa>

Steinberg Media Technologies (2020). *Cubase* (version 11). Steinberg. <https://new.steinberg.net/cubase/>

Stender, J., Gosseries, O., Bruno, M-A., Charland-Verville, V., Vanhaudenhuyse, A., Demertzi, A., Chatelle, C., Thonnard, M., Thibaut, A., Heine, L., Soddu, A., Boly, M., Schnakers, C., Gjedde, A. et Laureys, S. (2014). Diagnostic precision of PET imaging and

- functional MRI in disorders of consciousness: a clinical validation study. *The Lancet*, 384(9942), 514-522. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(14\)60042-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(14)60042-8)
- Teasdale, G. et Jennett, B. (1974). Assessment of coma and impaired consciousness. A practical scale. *The Lancet*, 2(7872), 81-84. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(74\)91639-0](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(74)91639-0)
- Teasdale, G., Maas, A., Lecky, F., Manley, G., Stocchetti, N. et Murray, G. (2014). The Glasgow Coma Scale at 40 years: standing the test of time. *The Lancet Neurology*, 13(8), 844-854. [https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(14\)70120-6](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(14)70120-6)
- Thaut, M. H., McIntosh, G. C. et Hoemberg, V. (2019). Dans M. Thaut et V. Hoemberg (dir.), *Manuel clinique de rééducation par la musique* (1^{er} éd., p. 17-25). De Boeck Supérieur.
- Thaut, M. H., Peterson, D. A. et 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>
- Thaut, M. H., Trimarchi, P. D. et Parsons, L. M. (2014). Human brain basis of musical rhythm perception: common and distinct neural substrates for meter, tempo, and pattern. *Brain sciences*, 4(2), 428–452. <https://doi.org/10.3390/brainsci4020428>
- The Multi-Society Task Force on PVS (1994). Medical aspects of the persistent vegetative state. *The New England Journal of Medicine*, 330(21), 1499-1508. <https://doi.org/10.1056/NEJM199405263302107>
- Thonnard, M., Wannez, S., Keen, S., Brédart, S., Bruno, M. A., Gosseries, O., Demertzi, A., Thibaut, A., Chatelle, C., Charland-Verville, V., Heine, L., Habbal, D., Laureys, S. et

- Vanhaudenhuyse, A. (2014). Detection of visual pursuit in patients in minimally conscious state: a matter of stimuli and visual plane?. *Brain injury*, 28(9), 1164–1170. <https://doi.org/10.3109/02699052.2014.920521>
- Tillmann, B., Koelsch, S., Escoffier, N., Bigand, E., Lalitte, P., Friederici, A. D. et Von Cramon, D. Y. (2006). Cognitive priming in sung and instrumental music: Activation of inferior frontal cortex. *NeuroImage*, 31(4), 1771-1782. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2006.02.028>
- Tolle, P. et Reimer, M. (2003). Do we need stimulation programs as a part of nursing care for patients in "persistent vegetative state"? A conceptual analysis. *Axone (Dartmouth, N.S.)*, 25(2), 20–26.
- Trochidis, K. et Bigand, E. (2013). Investigation of the effect of mode and tempo on emotional responses to music using EEG power asymmetry. *Journal of Psychophysiology*, 27(3), 142-147. <https://doi.org/10.1027/0269-8803/a000099>
- Van Eeckhout, P. (2010). Thérapie Mélodique et Rythmée. *Aphasie und verwandte Gebiete* 1/2010, 81-87.
- Verger, J., Ruiz, S., Tillmann, B., Ben Romdhane, M., De Quelen, M., Castro, M., Tell, L., Luauté, J. et Perrin, F. (2014). Effets bénéfiques de la musique préférée sur les capacités cognitives des patients en état de conscience minimale. *Revue neurologique*, 170(2014), 693-699. <https://doi.org/10.1016/j.neurol.2014.06.005>
- Vignal, M. (2017). Tempo. Dans *Dictionnaire de la musique*.

Wannez, S., Heine, L., Thonnard, M., Gosseries, O., Laureys, S., et Coma Science Group collaborators (2017). The repetition of behavioral assessments in diagnosis of disorders of consciousness. *Annals of neurology*, 81(6), 883-889. <https://doi.org/10.1002/ana.24962>

Wijdicks, E. F. M., Bamlet, W. R., Maramattom, B. V., Manno, E. M. et McClelland, R. L. (2005). Validation of a new coma scale: The FOUR score. *Annals of neurology*, 58(4), 585-593. <https://doi.org/10.1002/ana.20611>

Wolff, A., Blandiaux, S., Cassol, H., Chatelle, C., Laureys, S. et Gosseries, O. (2018). Evaluations comportementales chez les patients en état de conscience altérée. Dans C. Jourdan, F. Pellas, J. Luauté, J. B. Chevallier et X. de Boissezon (dir.), *Etats de conscience altérée*. Sauramps Medical.

Wood, R. L. (1991). Critical analysis of the concept of sensory stimulation for patients in vegetative states. *Brain Injury*, 5(4), 401-409. <https://doi.org/10.3109/02699059109008113>

Wood, R. L., Winkowski, T. B., Miller, J. L., Tierney, L. et Goldman, L. (1992). Evaluating sensory regulation as a method to improve awareness in patients with altered states of consciousness: a pilot study. *Brain Injury*, 6(5), 411-418. <https://doi.org/10.3109/02699059209008137>

ANNEXES

Liste des annexes :

Annexe A : Notice d'information et lettre de consentement éclairé

Annexe B : Fiche de passation de la CRS-R

Annexe C : Protocole d'évaluation de la communication

Annexe D : Questions de l'item « communication »

Annexe E : Tableau de l'ordre de présentation des stimulations sonores, des items de la CRS-R et des musiques selon les sessions expérimentales

Annexe F : Tableau des différences entre la valeur initiale et finale des constantes physiologiques lors de chaque session, pour les trois conditions expérimentales

Annexe G : Tableau d'analyse des vidéos : observation des comportements de la patiente pendant les stimulations sonores et les évaluations

Annexe H : Evolution au cours du temps du nombre de réponses aux évaluations et de la quantité de mouvements orientés vers le monde environnant

Annexe A. Notice d'information et lettre de consentement éclairé



UNIVERSITÉ DE NANTES
FACULTÉ DE MÉDECINE
ET DES TECHNIQUES MÉDICALES

Centre de Formation Universitaire en Orthophonie

Directeur : Pr Florent ESPITALIER

Co-Directrices Pédagogiques : Mme Emmanuelle PRUDHON

Directrice des Stages : Mme Annaick LEBAYLE-BOURHIS

U.E. 7.5.c Mémoire

Semestre 10

ANNEXE 7

NOTICE D'INFORMATION

A Nantes, le 14/11/2020

Madame, Monsieur

Je suis Alice Sautet, étudiante en Master 2 d'orthophonie au centre de formation de Nantes. Je vous sollicite dans le cadre de la réalisation de mon mémoire de fin d'études encadré par Fabien Perrin, maître de conférences, et Leslie Baron, orthophoniste et chargée d'enseignements à l'Université.

Cette recherche a pour objectif de déterminer si les variations du tempo de la musique ont des effets sur l'éveil et les fonctions cognitives des patients en état de conscience minimale. Je souhaiterais réaliser mon étude auprès de votre proche au cours de mon stage au sein du CMPR Le Clousis, sous la supervision du Dr Sébastien Pandolfi. Cette étude se déroulera en trois parties. Tout d'abord, deux évaluations du niveau d'éveil et de conscience au mois de décembre, puis, de janvier à avril, à raison de deux fois par semaine, une observation et une analyse du comportement de votre proche suite à la présentation de trois extraits musicaux aux tempos différents, et enfin, une nouvelle évaluation du niveau de conscience et de l'éveil.

Cette étude permettra d'identifier le type de musique pouvant favoriser l'éveil, le niveau de conscience et l'état cognitif de patients en état de conscience minimale afin de repérer les conditions cliniques les plus probantes pour optimiser les capacités et le bien-être des patients.

Les passations seront filmées afin de faciliter les analyses, cependant les vidéos seront confidentielles et supprimées à la fin de l'étude.

Je vous remercie de votre confiance. Je serai présente au CMPR Le Clousis tous les lundis et jeudis. Je serai disponible si vous souhaitez me rencontrer ou pour répondre à toute interrogation de votre part, tout au long de ma recherche.

Vos droits à la confidentialité

Les données d'expérimentation seront traitées avec la plus grande confidentialité, aussi la participation à une étude se fait dans le respect de l'anonymat. Aucun renseignement susceptible de révéler votre identité ne sera dévoilé. Un code aléatoire sera attribué aux données de chaque participant. Le document

établissant la correspondance entre ce code et l'identité des participants sera conservé dans un lieu sécurisé, et accessible uniquement au responsable scientifique ou à des personnes autorisées. Ce document sera détruit après anonymisation des données pour l'analyse

Vos droits de poser des questions à tout moment

Vous pouvez poser des questions sur la recherche à tout moment (avant, pendant et après la procédure de recherche) en vous adressant au responsable scientifique dont les coordonnées sont rapportées ci-dessous.

Vos droits à vous retirer de la recherche à tout moment

Votre contribution à cette recherche est volontaire. Après avoir lu cette notice d'information, vous signerez un formulaire de consentement éclairé. Vous pourrez retirer ce consentement à tout moment et demander à ce que les données d'expérimentation soient détruites en vous adressant au responsable scientifique.

Si vous avez des questions, n'hésitez pas à vous adresser au(x) responsable(s) scientifique(s), dont les coordonnées figurent ci-dessous.

Nous vous remercions par avance pour votre collaboration.

Alice SAUTET, alice.sautet@etu.univ-nantes.fr

Fabien PERRIN, fabien.perrin@univ-lyon1.fr

Leslie BARON, leslie.baron@hotmail.fr

LETTRE DE CONSENTEMENT ÉCLAIRÉ

Coordonnées du responsable du projet :

Nom : Sautet

Prénom : Alice

Mail : alice.sautet@etu.univ-nantes.fr

Titre de l'étude : Effets des variations du tempo de la musique sur l'éveil et les réactions
comportementales d'une patiente en état de conscience minimale chronique

Coordonnées du participant

Nom : Prénom :

Date de naissance :

Dans le cadre de la réalisation d'une étude, Mme/M
étudiant(e) en orthophonie m'a proposé de participer à une investigation organisée par le Centre de
Formation Universitaire en Orthophonie (CFUO) de Nantes.

Il/elle m'a clairement présenté les objectifs de l'étude, m'indiquant que je suis libre d'accepter ou de
refuser de participer à cette recherche. Afin d'éclairer ma décision, une information précisant clairement
les implications d'un tel protocole m'a été communiquée, à savoir : le but de la recherche, sa
méthodologie, sa durée, les bénéfices attendus, ses éventuelles contraintes, les risques prévisibles, y
compris en cas d'arrêt de la recherche avant son terme. J'ai pu poser toutes les questions nécessaires,
notamment sur l'ensemble des éléments déjà cités, afin d'avoir une compréhension réelle de l'information
transmise. J'ai obtenu des réponses claires et adaptées, afin que je puisse me faire mon propre jugement.
Toutes les données et informations me concernant resteront strictement confidentielles. Seul (e-s-es)
le(s) responsable(s) du projet y aura (ont) accès.

J'ai pris connaissance de mon droit d'accès et de rectification des informations nominatives me
concernant et qui sont traitées de manière automatisées, selon les termes de la loi.

J'ai connaissance du fait que je peux retirer mon consentement à tout moment du déroulement du
protocole et donc cesser ma participation, sans encourir aucune responsabilité. Je pourrai à tout moment
demander des informations complémentaires concernant cette étude.

Ayant disposé d'un temps de réflexion suffisant avant de prendre ma décision, et compte tenu de
l'ensemble de ces éléments, j'accepte librement et volontairement de participer à cette étude dans les
conditions établies par la loi.

Fait à :, le

Signature du participant

Alice Sautet



Annexe B. Fiche de passation de la CRS-R (Giacino et Kalmar, 2008)

Fonction auditive	
4 – Mouvement systématique sur demande*	
3 – Mouvement reproductible sur demande*	
2 – Localisation de sons	
1 – Réflexe de sursaut au bruit	
0 – Néant	
Fonction visuelle	
5 –Reconnaissance des objets†	
4 –Localisation des objets : atteinte†	
3 – Poursuite visuelle†	
2 – Fixation†	
1 – Réflexe de clignement à la menace	
0 – Néant	
Fonction motrice	
6 – Utilisation fonctionnelle des objets‡	
5 – Réaction motrice automatique†	
4 – Manipulation d'objets†	
3 – Localisation des stimulations nociceptives†	
2 – Flexion en retrait	
1 – Posture anormale stéréotypée	
0 – Néant / Flaccidité	
Fonction oromotrice / verbale	
3 – Production verbale intelligible*	
2 – Production vocale / mouvements oraux	
1 – Réflexes oraux	
0 – Néant	
Communication	
2 – Communication fonctionnelle : exacte‡	
1 – Communication non fonctionnelle : intentionnelle*	
0 – Néant	
Arousal	
3 – Attention	
2 – Ouverture des yeux sans stimulation	
1 – Ouverture des yeux avec stimulation	
0 – Aucun éveil	
Score total	

Diagnostic: ☐ coma ☐ ENR ☐ ECM- ☐ ECM+ ☐ eECM

* Etat de conscience minimale PLUS † Etat de conscience minimale MOINS ‡ Émergence de l'état de conscience minimale

Annexe C. Protocole d'évaluation de la communication (Giacino et Kalmar, 2008)

PROTOCOLE D'ÉVALUATION DE LA COMMUNICATION ©2008						
Orientation situationnelle						
Visuelle				Auditive		
Est-ce que je touche mon oreille ? (ne touchez pas votre oreille)				Est-ce que je frappe dans les mains ? (ne frappez pas)		
Est-ce que je touche mon nez ? (touchez votre nez)				Est-ce que je frappe dans les mains ? (frappez)		
Est-ce que je touche mon nez ? (touchez votre nez)				Est-ce que je frappe dans les mains ? (frappez)		
Est-ce que je touche mon oreille ? (ne touchez pas votre oreille)				Est-ce que je frappe dans les mains ? (ne frappez pas)		
Est-ce que je touche mon nez ? (ne touchez pas votre nez)				Est-ce que je frappe dans les mains ? (frappez)		
Est-ce que je touche mon oreille ? (touchez votre oreille)				Est-ce que je frappe dans les mains ? (ne frappez pas)		
			Date			
Score						
sur 6	sur 6	sur 6		sur 6	sur 6	sur 6
			Date			
Score						
sur 6	sur 6	sur 6		sur 6	sur 6	sur 6

Annexe D. *Questions de l'item « communication »*

Est-ce que vous vous appelez (prénom de la patiente) ?

Est-ce que vous êtes née en (année de naissance incorrecte) ?

Est-ce que vous vous appelez (prénom incorrect) ?

Est-ce que vous habitez à (lieu de résidence correct) ?

Est-ce que vous êtes née en (année de naissance correcte) ?

Est-ce que vous habitez à (lieu de résidence incorrect) ?

Annexe E. *Tableau de l'ordre de présentation des stimulations sonores, des items de la CRS-R et des musiques selon les sessions expérimentales*

Session	Ordre	Type de stimulation	Item de la CRS-R	Musique
1	1	Bruit blanc	1	/
	2	Musique rapide	2	A
	3	Musique lente	3	B
2	1	Musique rapide	1	B
	2	Musique lente	2	C
	3	Bruit blanc	3	/
3	1	Musique lente	1	A
	2	Bruit blanc	2	/
	3	Musique rapide	3	C
4	1	Bruit blanc	2	/
	2	Musique lente	3	A
	3	Musique rapide	1	B
5	1	Musique rapide	2	C
	2	Bruit blanc	3	/
	3	Musique lente	1	B
6	1	Musique lente	2	C
	2	Musique rapide	3	A
	3	Bruit blanc	1	/
7	1	Bruit blanc	3	/
	2	Musique rapide	2	A
	3	Musique lente	1	B
8	1	Musique rapide	3	B
	2	Musique lente	2	C
	3	Bruit blanc	1	/
9	1	Musique lente	3	A
	2	Bruit blanc	2	/
	3	Musique rapide	1	C
10	1	Bruit blanc	2	/
	2	Musique lente	1	A
	3	Musique rapide	3	B
11	1	Musique rapide	2	C
	2	Bruit blanc	1	/
	3	Musique lente	3	B
12	1	Musique lente	2	C
	2	Musique rapide	1	A
	3	Bruit blanc	3	/

Item 1 : « mouvements sur demande »

Item 2 : « utilisation d'objets »

Item 3 : « communication »

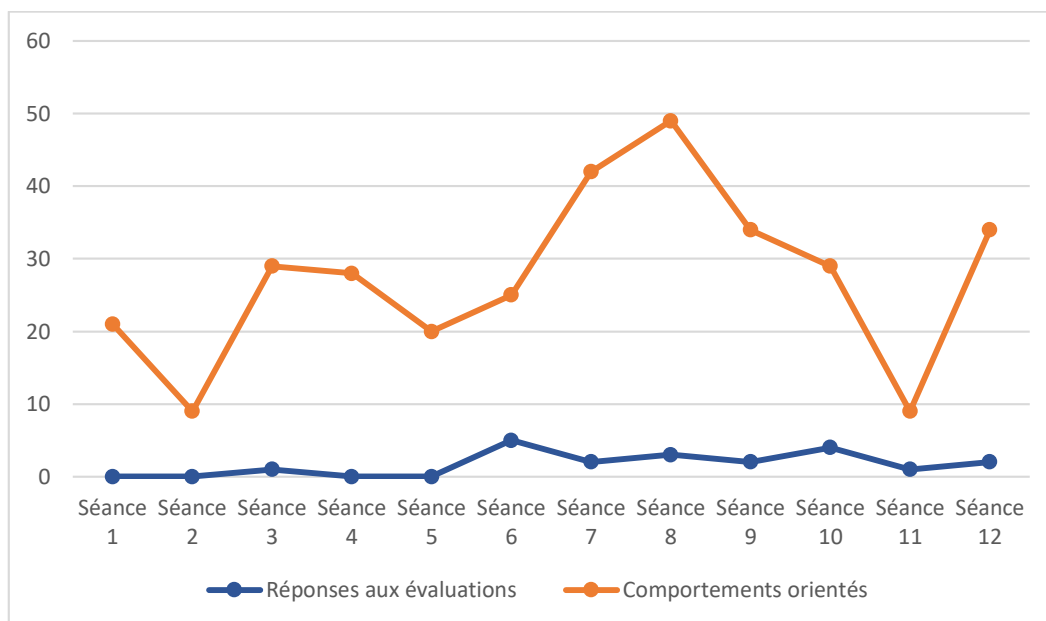
Annexe F. *Tableau des différences entre la valeur initiale et finale des constantes physiologiques lors de chaque session, pour les trois conditions expérimentales*

	Bruit blanc		Musique rapide		Musique lente	
	Saturation O2	Pouls	Saturation O2	Pouls	Saturation O2	Pouls
Séance 1	2	-3	4	3	0	3
Séance 2	1	1	-1	3	1	2
Séance 3	-2	1	0	2	1	2
Séance 4	0	2	-1	2	0	-1
Séance 5	0	-1	0	-4	0	1
Séance 6	0	-1	0	0	0	1
Séance 7	0	0	1	6	1	0
Séance 8	1	0	-1	4	-3	-1
Séance 9	0	0	1	3	-1	4
Séance 10	-1	1	-1	7	-2	4
Séance 11	0	-2	-1	1	0	0
Séance 12	-2	0	-1	1	-1	4
Moyenne relative	-0.08	-0.17	0.00	2.33	-0.33	1.58
Moyenne absolue	0.75	1.00	1.00	3.00	0.83	1.92

Annexe G. *Tableau d'analyse des vidéos : observation des comportements de la patiente pendant les stimulations sonores et les évaluations*

Comportements observés	Stimulation sonore	Evaluation
Durée période de veille		
Mâchonnements		
Déglutitions		
Bâillements		
Toux		
Tourne la tête		
Relève la tête		
Bouge la tête		
Bouge le bras		
Bouge les doigts		
Bouge la main		
Bouge la jambe		
Bouge le pied		
Se gratte		
Caresse ou touche une partie de son corps		
Tient un objet de l'environnement		
Mouvements orientés vers la canule de trachéotomie		
Mouvement orienté vers le saturomètre		
Hochements de la tête		
Réponses oui/non en dehors des évaluations		
Respire fort		
Soupire		
Renifle		
Réaction au début de la sollicitation		
Réaction à la fin de la sollicitation		
Durée des regards en face		
Durée des regards vers le bas		
Durée des regards vers la gauche		
Durée des regards « non-orientés »		
Durée des regards vers l'examineur		

Annexe H. Evolution au cours du temps du nombre de réponses aux évaluations et de la quantité de mouvements orientés vers le monde environnant



Titre du Mémoire : Effets des variations du tempo de la musique sur l'éveil et les réactions comportementales d'une patiente en état de conscience minimale chronique

RESUME

Les patients en état de conscience minimale (ECM) présentent des signes de conscience reproductibles mais inconstants. La musique est souvent utilisée auprès de cette population, comme stimulation sensorielle pouvant favoriser l'éveil et l'émergence de signes de conscience et de communication. Cependant, aucune recherche ne s'est intéressée à l'effet spécifique des différents paramètres musicaux sur l'état de conscience. Cette étude de cas unique s'applique donc à déterminer si le tempo de la musique a des effets sur l'éveil et les capacités comportementales d'une patiente en ECM. Un protocole expérimental a alors été élaboré afin de valider notre hypothèse générale : le tempo a des effets sur l'éveil et le comportement de cette patiente. L'analyse des données obtenus à l'issue des passations met en exergue une amélioration de l'éveil général et des capacités comportementales à la suite de l'écoute de musiques au tempo rapide. Ces résultats encouragent une étude à plus grand échelle afin d'objectiver nos premières observations.

MOTS-CLES

Etat de conscience minimale chronique – Etude de cas – Eveil – Musique- Orthophonie – Réactions comportementales – Tempo

ABSTRACT

Patients in a minimally conscious state (MCS) show signs of reproducible but inconsistent awareness. Music is often used in this population as sensory stimulation enabling arousal and emergence of signs of awareness and communication. Yet, no research has investigated the specific effect of different musical parameters on states of awareness. Therefore, this unique case study seeks to determine if music's tempo impacts arousal and behavioural capacities in a patient in MCS. An experimental protocol was designed to test our primary hypothesis: tempo will impact this patient's arousal and behaviour. The analysis of the results indicates a general improvement of awareness and behavioural capacities after listening to fast tempo music. These results highlight the need for a larger scale study to broaden our first observations.

KEY WORDS

Arousal – Behavioral Reactions – Minimally conscious state – Music- Speech therapy – Tempo – Unique case study