

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC

ESSAI DE 3^E CYCLE PRÉSENTÉ À
L'UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À TROIS-RIVIÈRES

COMME EXIGENCE PARTIELLE
DU DOCTORAT EN PSYCHOLOGIE
(PROFIL INTERVENTION)

PAR
SARA-VALÉRIE GIROUX

IMPACT DE LA MUSIQUE SUR LA MÉMOIRE DE TRAVAIL DANS UN
CONTEXTE SOCIOCULTUREL RWANDAIS

SEPTEMBRE 2019

Université du Québec à Trois-Rivières

Service de la bibliothèque

Avertissement

L'auteur de ce mémoire ou de cette thèse a autorisé l'Université du Québec à Trois-Rivières à diffuser, à des fins non lucratives, une copie de son mémoire ou de sa thèse.

Cette diffusion n'entraîne pas une renonciation de la part de l'auteur à ses droits de propriété intellectuelle, incluant le droit d'auteur, sur ce mémoire ou cette thèse. Notamment, la reproduction ou la publication de la totalité ou d'une partie importante de ce mémoire ou de cette thèse requiert son autorisation.

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À TROIS-RIVIÈRES

Cet essai de 3^e cycle a été dirigé par :

Isabelle Blanchette, Ph.D., directrice de recherche

Université du Québec à Trois-Rivières

Nathalie Gosselin, Ph.D., codirectrice de recherche

Université de Montréal

Jury d'évaluation de l'essai :

Isabelle Blanchette, Ph.D

Université du Québec à Trois-Rivières

Simon Rigoulot, Ph.D

Université du Québec à Trois-Rivières

Jonathan Bolduc, Ph.D

Université Laval

Ce document est rédigé sous la forme d'un article scientifique, tel qu'il est stipulé dans les règlements des études de cycles supérieurs (138) de l'Université du Québec à Trois-Rivières. Le (les) article(s) a (ont) été rédigé(s) selon les normes de publication de revues reconnues et approuvées par le Comité d'études de cycles supérieurs en psychologie. Le nom de la directrice et la codirectrice de recherche pourrait donc apparaître comme co-auteur de l'article soumis pour publication.

Sommaire

Des recherches antérieures démontrent que l'écoute de musique agréable, stimulante et familière, est susceptible d'améliorer la performance en mémoire de travail. Les bénéfices de la musique sur la cognition ont été largement étudiés chez des populations occidentales et peu dans d'autres cultures. Par ailleurs, la littérature relate bien les altérations cognitives associées au vécu d'un traumatisme majeur. Le génocide des Tutsis au Rwanda en 1994 est un exemple de trauma majeur susceptible de perturber significativement la mémoire de travail. L'objectif de cette étude était d'explorer l'impact de la musique sur la mémoire de travail dans un contexte socioculturel non occidental, le Rwanda. Les participants ont été assignés aléatoirement à un groupe contrôle (récit audio) ou l'une de quatre conditions musicales différant selon le niveau d'activation (relaxant, stimulant) et la provenance culturelle (occidentale, rwandaise). La mémoire de travail a été mesurée avec une tâche comportementale utilisant le paradigme *n-back*. Contrairement aux études antérieures effectuées auprès de populations occidentales, nos résultats ne démontrent aucun effet positif de la musique familière jugée agréable et stimulante, sur la mémoire de travail dans un échantillon rwandais. L'amélioration suivant l'écoute de musique est moindre chez les participants ayant écouté une musique rwandaise familière que chez ceux ayant écouté une musique occidentale jugée non familière et un récit audio. Ces résultats soulignent l'importance de considérer le contexte socioculturel dans l'étude de la musique sur la cognition. Bien que différents aspects de la musique soient considérés universels, il peut exister des différences culturelles limitant la généralisation de certains effets de la musique sur la cognition ou bien modulant les caractéristiques favorisant l'impact positif de la

musique. Enfin, nous abordons le rôle possible des ressources cognitives en lien avec le processus de rumination et les expériences émotionnelles associées.

Table des matières

Sommaire	iv
Liste des tableaux	ix
Liste des figures	x
Remerciements	xi
Introduction générale	1
Les bienfaits de la musique	3
Lien entre la musique et les émotions	4
Induction émotionnelle	5
Impact de la musique sur la performance cognitive	6
Étude de la musique dans différents contextes socioculturels	10
Génocide rwandais	12
Impact du trauma sur la performance cognitive	13
Conséquences cognitives issues du génocide rwandais	16
Objectifs de recherche et hypothèse	18
Explication de la pertinence de l'étude	19
Chapitre 1 Impact de la musique sur la mémoire de travail dans un contexte socioculturel rwandais	21
Sommaire	23
Abstract	24
Introduction	25
Musique et performance cognitive	27
Musique et culture	30

Trauma et cognition	31
Objectif de recherche	33
Méthode	34
Approbation éthique	34
Devis	34
Participants	34
Procédure	35
Matériel	37
Questionnaires	37
Profile of Mood States	37
Perceived Stress Scale	38
Exposition au génocide	38
Extraits sonores	39
Tâche de mémoire de travail	42
Mesures psychologiques autorapportées	44
Résultats	44
Performance en mémoire de travail	45
Évaluation des extraits musicaux	49
Évaluation de l'humeur et du niveau d'activation des participants	50
Discussion	51
Références	58
Discussion générale	65

Références générales	75
----------------------------	----

Liste des tableaux

Tableau

1	Titres des extraits sonores utilisés	41
2	Caractéristiques des participants selon le groupe assigné	46
3	Moyennes des évaluations des extraits musicaux	50
4	Moyennes des évaluations de l'humeur et du niveau d'activation des participants	51

Liste des figures

Figure

- | | | |
|---|--|----|
| 1 | Exemple d'une séquence d'images avec niveaux de difficulté 1-back et 2-back | 43 |
| 2 | Moyenne des résultats à la tâche de mémoire de travail (niveau de difficulté 1-back) | 47 |
| 3 | Moyenne des résultats à la tâche de mémoire de travail (niveau de difficulté 2-back)..... | 47 |

Remerciements

Je tiens tout d'abord à remercier ma directrice de recherche, Isabelle Blanchette, Ph.D., de m'avoir donné l'opportunité de réaliser ce merveilleux projet de recherche. Je te remercie pour ton soutien à travers chacune des étapes, ton dévouement, ta disponibilité et ta confiance. J'ai été grandement privilégiée de travailler sous ta supervision au cours de ces dernières années. Merci à ma codirectrice de recherche, Nathalie Gosselin, Ph.D., pour sa guidance en début de projet. Je tiens aussi à remercier Serge Caparos, Ph.D., pour son support et ses conseils. Un énorme merci à mes assistants de recherche, Dancille Mukarubibi, Emmanuel Habumugisha et André Hakorimama, pour leur précieuse aide. Merci au Comité d'éthique de l'Université du Québec à Trois-Rivières, au Comité national d'éthique de la République du Rwanda, à la Commission nationale pour l'unité et la réconciliation et à la Commission Nationale de la Lutte contre le Génocide de nous avoir permis de conduire cette étude. Merci aux évaluateurs, Simon Rigoulot, Ph.D. et Jonathan Bolduc, Ph.D., d'avoir accepté d'évaluer cet essai doctoral. Enfin, un merci spécial à mon ami Parfait, le tout premier à m'avoir fait découvrir le Rwanda et ses merveilles.

Introduction générale

Tel qu'il sera expliqué au cours de cet essai, l'exposition à un évènement potentiellement traumatisant est souvent liée à une altération des capacités cognitives. Considérant par ailleurs que la musique est connue pour avoir un effet positif sur la cognition, cette étude s'est intéressée à la relation entre musique et cognition au sein d'un contexte socioculturel dans lequel une majorité d'individus a vécu un trauma, le Rwanda.

Cet essai est divisé en trois sections : une introduction, un article scientifique et une conclusion. L'introduction permet de bien situer l'article scientifique en présentant de façon plus large la problématique. D'abord, les bienfaits émotifs et cognitifs associés à la musique seront décrits. Les liens entre musique, émotions et cognition seront notamment abordés. Ensuite, l'étude de la musique dans différents contextes socioculturels sera discutée en mettant en lumière le peu d'études réalisées dans des contextes socioculturels non occidentaux. De fait, l'étude actuelle s'est intéressée plus précisément à une culture non occidentale, la culture rwandaise, population africaine ayant vécu un traumatisme majeur dans le cadre du génocide de 1994. Le génocide des Tutsis sera introduit et des études démontrant l'ampleur du trauma vécu et des conséquences engendrées seront présentées. Par après, il sera question de l'impact du trauma sur la performance cognitive, et plus spécifiquement sur la mémoire de travail au Rwanda. Enfin, les objectifs de recherche et les contributions scientifiques de l'étude seront présentées.

Les bienfaits de la musique

La musique est un art de la vie auquel les individus prennent plaisir, que ce soit en la composant, en la jouant ou simplement en l'écoutant. La musique a entre autres pour rôle de se divertir et de permettre aux individus de s'exprimer. Elle est un outil précieux dans l'expression de la créativité, la recherche de détente et la relaxation, ainsi que dans la régulation des émotions et du stress (Macdonald, 2013). L'expérience émotionnelle engendrée par la musique explique en partie pourquoi elle occupe une si grande place dans le quotidien des individus (Juslin & Laukka, 2003; Juslin & Sloboda, 2010; Juslin & Västfjäll, 2008). La musique est depuis longtemps décrite comme étant le langage des émotions (Corrigall & Schellenberg, 2013; Lundqvist, Carlsson, Hilmersson, & Juslin, 2009). Les études en psychologie de la musique ont mis en évidence la présence d'un lien étroit entre la musique et les émotions qu'elle génère (Hargreaves, 2012). La musique est particulièrement utile dans la régulation des émotions et du stress, car elle a la capacité de distraire et d'engager les auditeurs de différentes manières cognitives et émotionnelles (DeNora, 2011; Hargreaves, 2012; Sloboda, O'neill, & Ivaldi, 2001). Des travaux ayant porté sur la musique de film ont notamment démontré l'impact de la musique sur l'interprétation (Fernando, Egermann, Chuen, Kimbembé, & McAdams, 2014; Juslin & Laukka, 2003). L'expérience émotionnelle issue de la musique explique son utilisation massive dans de nombreux domaines comme dans les trames sonores de films (Cohen, 2001), en marketing, en publicité et dans les places publiques (Bruner, 1990). On la retrouve d'ailleurs au sein des différents événements qui marquent le vécu émotionnel de chacun, notamment lors de célébrations, comme un anniversaire ou un mariage.

Lien entre la musique et les émotions

La littérature scientifique présente deux grandes positions vis-à-vis l'effet de la musique sur l'état émotionnel d'un individu : la position émotiviste et la position cognitiviste. La position émotiviste défend le fait que la musique suscite une réponse émotionnelle spécifique et réelle chez l'auditeur (Juslin & Västfjäll, 2008) à l'opposé de la position des cognitivistes, qui croient que l'on reconnaît simplement l'état émotionnel associé à une musique sans pour autant le ressentir (Kivy, 1989; Konecni, 2008). Plusieurs études se sont penchées sur la question au fil des années (Habibi & Damasio, 2014; Lundqvist et al., 2009; Roy, Mailhot, Gosselin, Paquette, & Peretz, 2009; Sloboda et al., 2001; Zentner, Grandjean, & Scherer, 2008). L'une de ces études (Roy et al., 2009) a notamment comparé les effets d'extraits musicaux agréables et désagréables à l'aide de mesures psychophysiologiques diverses, soit le réflexe de sursaut, la fréquence cardiaque, le niveau de conductance cutanée et l'activité électrique de muscles faciaux (zygomatique et corrugateur), connus pour distinguer les émotions agréables des émotions désagréables suscitées par des images (Lang, Bradley, & Cuthbert, 1998, cité dans Roy et al., 2009). Les résultats ont démontré une plus grande activité électromyographique du muscle corrugateur en réponse à la musique désagréable et un niveau de conductance cutanée plus élevé en réponse à la musique agréable. Le réflexe de sursaut a été la réponse physiologique la plus discriminante pour distinguer les extraits musicaux agréables et désagréables. Le clignement des yeux était plus rapide et son amplitude, plus grande, à l'écoute de musique désagréable comparée à la musique agréable. Les mesures physiologiques étant utilisées comme un indicateur du fait que la musique génère une

réponse émotionnelle authentique chez l'auditeur, l'ensemble de ces résultats soutient la position émotiviste. Les émotions sont réellement induites par la musique et vraisemblablement ressenties par les individus. Une autre étude s'est aussi intéressée à savoir si la musique provoquait de véritables émotions chez les participants (Lundqvist et al., 2009). Comme dans l'étude de Lang et al. (1998, cité dans Roy et al., 2009), l'expérience subjective du participant et les changements objectivés au niveau de l'activité du muscle zygomatique, du niveau de conductance de la peau et de la température des doigts, suggèrent que la musique est véritablement un puissant déclencheur d'émotions authentiques.

Induction émotionnelle

La musique est décrite comme étant l'un des moyens les plus efficaces d'induction d'états émotionnels (Van der Does, 2002; Westermann, Stahl, & Hesse, 1996). Un extrait musical aussi court que 1.6 secondes est suffisant pour induire un état émotionnel (Paquette, Peretz, & Belin, 2013). L'écoute de musique déclenche une suite de réponses neurophysiologiques associées aux processus cognitifs et émotifs activant un large éventail de connections dans différentes régions cérébrales (Webster & Weir, 2005). Selon des études d'imagerie cérébrale, l'activité neuronale associée à l'écoute de musique implique plusieurs zones cérébrales, dont les régions limbiques et paralimbiques liées au traitement des émotions (Blood & Zatorre, 2001; Koelsch, 2014; Menon & Levitin, 2005).

Il a donc été démontré que la musique est un générateur d'émotions authentiques, ce qui explique en partie pourquoi la musique est souvent utilisée dans la régulation émotionnelle (DeNora, 2011; Hargreaves, 2012; Sloboda et al., 2001). Outre l'impact émotionnel de la musique, des études cognitives et neuropsychologiques récentes suggèrent que l'écoute de musique peut également améliorer diverses fonctions cognitives telles que l'attention, l'apprentissage, la communication et la mémoire (Särkämö et al., 2008).

Impact de la musique sur la performance cognitive

La littérature relate l'impact positif de la musique sur la performance cognitive. L'effet bénéfique de la musique a d'abord été établi à l'aide d'une série d'expériences ayant démontré une meilleure performance à des tâches visuospatiales après l'écoute de musique composée par Mozart (Chabris, 1999; Hetland, 2017; Rauscher, Shaw, & Ky, 1993, 1995). L'effet connu sous le nom d'«effet Mozart», a ensuite été généralisé à l'écoute de musiques jugées agréables (Nantais & Schellenberg, 1999). Des chercheurs ont étudié l'hypothèse selon laquelle l'amélioration de la performance cognitive serait liée aux changements d'humeur et d'activation induits par la musique, plutôt qu'à la musique comme telle (Schellenberg, 2005). L'humeur est un terme utilisé pour désigner un état affectif, positif ou négatif, d'intensité plus faible que les émotions et qui durent beaucoup plus longtemps que les émotions allant de plusieurs heures à plusieurs jours (Juslin & Sloboda, 2010). L'activation fait référence à l'activation physiologique du système nerveux autonome. L'activation physiologique est l'une des composantes d'une réponse

émotionnelle. Le niveau d'activation est souvent rapporté en tant qu'expérience subjective (Juslin & Sloboda, 2010). Le tempo (nombre de battement par minutes) et le mode (sonorité spécifique caractérisée par une tonalité et des intervalles) sont définis comme étant les deux principaux paramètres musicaux associés à l'humeur et au niveau d'activation induits par la musique (Dalla Bella, Peretz, Rousseau, & Gosselin, 2001; Hevner, 1935). Un tempo rapide combiné à un mode majeur sont associés à un état émotionnel de gaieté, alors qu'un tempo lent et un mode mineur renvoient à un état émotionnel de tristesse (Dalla Bella et al., 2001; Hevner, 1935; Hunter, Schellenberg, & Schimmack, 2010; Webster & Weir, 2005). Une étude a examiné les effets du tempo et du mode sur la performance à une tâche visuospatiale en tenant compte du niveau d'activation et de l'humeur des participants (Husain, Thompson, & Schellenberg, 2002). Le tempo (rapide ou lent) et le mode (majeur ou mineur) d'une pièce musicale de Mozart ont été manipulés de manière à produire quatre versions du même extrait musical. Une meilleure performance a été objectivée après avoir écouté la musique à un rythme rapide plutôt que lent et lorsqu'elle était présentée en mode majeur plutôt qu'en mode mineur. Les résultats ont confirmé que l'effet Mozart était une conséquence des changements du niveau d'activation et de l'humeur des participants, le niveau d'activation étant jugé plus élevé et l'humeur, plus positive.

L'effet de la musique a aussi été étudié sur différents processus cognitifs outre les habiletés visuospatiales. Par exemple, une étude a permis d'observer les bienfaits de la musique sur la performance à une tâche de vitesse de traitement de l'information

(Schellenberg, Nakata, Hunter, & Tamoto, 2007). Un meilleur rendement à la tâche était constaté seulement lorsqu'un changement était également perçu au regard du niveau d'activation et de l'humeur. Une performance significativement améliorée à une tâche de raisonnement verbal a également été démontrée après l'écoute de musique en mode majeur, laquelle était jugée plus positive sur le plan émotionnel comparativement à la musique en mode mineur (Sutton & Lowis, 2008). Une autre étude s'est intéressée à l'impact de la musique relaxante sur la mémoire visuelle à court terme (Chraif, Mitrofan, Golu, & Gâtej, 2014). La capacité des participants à récupérer en mémoire des formes abstraites visuelles était significativement améliorée après l'écoute de musique relaxante comparativement à ceux n'ayant pas été préalablement exposés à la musique. D'autres chercheurs se sont intéressés à la performance en mémoire de travail visuospatiale dans des contextes émotionnels différents (Palmiero, Nori, Rogolino, D'amico, & Piccardi, 2016). Une musique de fond a été utilisée pour induire une humeur positive, négative ou neutre chez les participants. Le groupe ayant écouté une musique positive a obtenu des résultats significativement supérieurs à ceux des autres groupes. Dans l'ensemble, ces études corroborent le fait que la musique peut avoir un impact positif sur la performance cognitive, surtout lorsqu'elle procure une humeur positive et un niveau d'activation plus élevé. Ces facteurs contribuent à augmenter le niveau d'activation et à générer conséquemment, une plus grande mobilisation des ressources attentionnelles. Les ressources attentionnelles étant sollicitées dans l'accomplissement de la majorité des activités cognitives de haut niveau, un niveau d'attention accru favorise et optimise la performance cognitive (Larson, Gray, Clayson, Jones, & Kirwan, 2013).

Outre l'activation et l'humeur, des études se sont intéressées à l'effet de la familiarité dans l'étude du lien entre musique et cognition. Une étude similaire à celles présentées précédemment s'est penchée sur l'effet de la musique classique en utilisant un extrait connu de Vivaldi, sur la performance à deux tâches de mémoire de travail comparativement à deux autres types de conditions : écoute de bruit blanc et condition en silence (Mammarella, Fairfield, & Cornoldi, 2007). L'écoute de musique classique familière a considérablement augmenté les performances en mémoire de travail lorsque comparé à l'absence de musique. L'effet n'était toutefois pas significatif lorsque comparé à l'écoute de bruit blanc, aussi susceptible de favoriser la mémoire de travail en réduisant les niveaux d'interférence. En atténuant les distractions environnementales, le bruit blanc peut améliorer les performances cognitives. Considérant la grande familiarité de l'extrait musical utilisé, les auteurs suggèrent que la musique ait pu induire une humeur positive et un engagement émotionnel chez les participants, facteurs ayant contribué à une meilleure performance en mémoire de travail. De fait, d'autres études ont mis en évidence un effet lié à la familiarité de la musique. Les participants avaient de meilleurs scores à une tâche de mémoire lorsqu'ils écoutaient une musique connue, comparativement à des conditions où la musique était inconnue (Chew, Yu, Chua, & Gan, 2016). Dans une étude de Schellenberg et al. (2007), le dessin d'enfants âgés de 5 ans était jugé plus créatif, énergique et faisant preuve de meilleure technique, lorsque les enfants avaient écouté une musique familière plutôt qu'une musique classique composée par Mozart ou Albinoni, non familière. Il semblerait donc que la familiarité de la musique puisse affecter

favorablement la performance cognitive, tout comme la musique jugée agréable et stimulante, favorisant une humeur positive et un plus haut niveau d'activation.

Étude de la musique dans différents contextes socioculturels

La musique est omniprésente dans le monde. On la retrouve sous différentes formes d'une culture à l'autre. Tout comme le langage, elle est universelle (Peretz & Lidji, 2006). Tous peuvent la percevoir et y sont sensibles. L'idée que la musique soit liée aux émotions est partagée par la plupart des cultures (Stevens, 2012). Des études antérieures ont établi que les individus sont en mesure de comprendre les caractéristiques musicales d'un extrait sonore, comme le tempo et le mode, même s'ils ne sont pas familiers avec la culture musicale d'où provient l'extrait (Pearce & Rohrmeier, 2012; Stevens, 2012). Les résultats de différentes études menées à l'international démontrent que les individus parviennent à identifier avec succès l'émotion évoquée par des mélodies non familières, en se référant à leurs caractéristiques musicales (Fritz et al., 2009; Laukka, Eerola, & Yamasaki, 2013; Stevens, 2012; Teo, Hargreaves, & Lee, 2008). La capacité à reconnaître l'émotion véhiculée par la musique de différentes provenances (japonaise, occidentale et hindoustanie) a aussi été étudiée chez une population japonaise (Balkwill, Thompson, & Matsunaga, 2004). Les participants étaient sensibles et en mesure d'identifier adéquatement les émotions communiquées par la musique des trois provenances grâce aux caractéristiques des extraits musicaux. Par exemple, une musique au tempo rapide et à la mélodie plutôt simple était associée à un état de gaieté. Cette étude permet d'appuyer la conclusion que les caractéristiques acoustiques, comme le tempo et le mode, sont liées

aux émotions exprimées indépendamment de l'origine culturelle. Dans une autre étude, des extraits de musique occidentale joués au piano ont été présentés à des participants d'origine occidentale et africaine (Fritz et al., 2009). Les extraits musicaux présentaient des caractéristiques acoustiques distinctes, notamment aux plans du tempo et du mode, de manière à évoquer des émotions soit de joie, de tristesse ou de peur. Les participants des deux groupes sont parvenus à identifier correctement l'émotion véhiculée par l'extrait musical au-dessus du niveau de la chance. Les participants d'origine occidentale ont toutefois obtenu des résultats significativement plus élevés que ceux d'origine africaine. Il semble que la familiarité de la musique leur ait été favorable. Des participants en provenance de la Suède, de l'Inde et du Japon ont évalué des extraits musicaux évoquant onze émotions distinctes selon quatre cultures musicales différentes (folklore suédois, musique japonaise traditionnelle, musique classique Hindoustanie et musique classique occidentale) (Laukka et al., 2013). La joie, la tristesse, la colère et la peur ont obtenu les taux de reconnaissance les plus élevés. Les intentions émotionnelles des musiciens ont été reconnues avec succès par tous les groupes de participants, au-dessus du niveau de chance, pour les cultures musicales familières et non familières. La reconnaissance était néanmoins plus précise pour la musique culturellement familière par rapport à la musique non familière.

La musique est universelle, occupe une place importante dans la vie de chacun et est retrouvée au sein de toutes les cultures. La littérature compte certaines données interculturelles sur le lien entre musique et émotions et que très peu, en relation avec la

cognition. L'effet de la musique sur la cognition est effectivement peu étudié en dehors des sociétés occidentales. Les théories expliquant la relation entre musique et cognition ont été conçues et étudiées presqu'exclusivement dans des contextes occidentaux. Il y a donc lieu de s'intéresser au lien entre musique et cognition dans des contextes non-occidentaux afin d'élargir, et potentiellement généraliser, les connaissances dans ce domaine d'étude. Afin d'investiguer la relation entre musique et cognition dans un contexte socioculturel différent du contexte occidental, nous nous sommes intéressés à la culture africaine, plus particulièrement à la culture rwandaise. En plus d'être important pour élargir l'étude du lien entre cognition et musique à un autre contexte culturel, le choix du Rwanda permet d'examiner le lien potentiel entre les émotions et le fonctionnement cognitif liés au trauma en référence à l'un des plus grands génocides de l'histoire humaine survenu en 1994. L'objectif de cette étude était d'examiner l'impact de la musique sur la performance cognitive chez une population rwandaise.

Génocide rwandais

Le génocide des Tutsis au Rwanda en 1994 est un exemple de trauma majeur associé à des corrélats négatifs sur le plan cognitif affectant toujours la population rwandaise plus de 20 ans plus tard. Un traumatisme est défini comme étant le résultat d'événements extrêmement stressants qui endommagent le sentiment de sécurité d'un individu et qui lui confère un sentiment d'impuissance, de peur et de vulnérabilité face aux menaces lancées par son environnement physique ou social (Segal, 2014). Ce ne sont pas les faits objectifs d'un événement qui déterminent s'il est traumatique, mais l'expérience émotionnelle

subjective qui en découle. L'évènement est davantage susceptible d'être traumatisant s'il est le résultat d'une cruauté intentionnelle. La victimisation criminelle, la guerre et le terrorisme sont des exemples de situations pouvant causer un stress extrême et traumatisant. Un génocide, lequel consiste en des actes commis dans l'intention d'éliminer partiellement ou totalement un groupe national, ethnique, racial ou religieux (Mutabaruka, Séjourné, Bui, Birmes, & Chabrol, 2012), constitue aussi un évènement potentiellement traumatisant. Le fonctionnement de l'organisme est alors grandement perturbé et les mécanismes d'adaptation de l'individu sont rapidement mis à l'épreuve (Yehuda, 2002). En plus des réactions à caractère physique telles que l'insomnie, la fatigue et les tensions musculaires, il peut en résulter d'importantes conséquences sur les plans émotionnel et psychologique. L'exposition au traumatisme peut notamment engendrer des altérations cognitives liées au trauma vécu comme le fait de revivre continuellement la scène traumatisante en pensée ou en cauchemars (symptômes de reviviscence) (American Psychiatric Association, 2013). Les altérations cognitives ne sont toutefois pas nécessairement liées directement au trauma. Les altérations cognitives peuvent se manifester sous forme de problèmes de concentration ou de mémoire dans le fonctionnement quotidien.

Impact du trauma sur la performance cognitive

L'impact du trauma sur certaines facultés cognitives, notamment la mémoire et l'attention, est bien documenté (DePrince, Weinzierl, & Combs, 2009; El-Hage, Gaillard, Isingrini, & Belzung, 2006; Stein, Kennedy, & Twamley, 2002). Plus spécifiquement, des

déficits de la mémoire de travail liés au vécu d'un traumatisme ont été démontrés, entre autres chez des patients atteints de troubles psychiatriques (El-Hage et al., 2006), chez des individus ayant un trouble de stress post-traumatique (Honzel, Justus, & Swick, 2014; Koso & Hansen, 2006; Schweizer & Dalgleish, 2011) et chez des individus ayant vécu des événements de vie stressants, en l'absence de psychopathologie (Blanchette & Caparos, 2016; Klein & Boals, 2001). Par exemple, une série de quatre études menée par Blanchette et Caparos (2016) a relevé une altération de la performance en mémoire de travail chez des participantes exposées à un traumatisme (abus sexuel) comparativement à un groupe témoin (sans exposition à des événements potentiellement traumatisques), et ce, même en l'absence de symptômes psychopathologiques liés à un trouble de stress post-traumatique. Une performance plus médiocre à différentes tâches cognitives, dont des tâches de mémoire de travail, a aussi été démontrée chez des enfants exposés à de la violence familiale (DePrince et al., 2009). L'impact de l'exposition à un événement potentiellement traumatisant demeurait significatif après avoir considéré les symptômes d'anxiété, le statut socioéconomique et la survenue d'un traumatisme crânio-cérébral potentiel.

La mémoire de travail est une fonction cognitive interagissant étroitement avec l'attention (Gazzaley & Nobre, 2012). Elle réfère à la capacité de maintenir et de manipuler l'information mentalement pendant une période de temps temporaire (Baddeley, 2000). Elle permet ainsi de garder temporairement en mémoire l'objectif visé dans la recherche attentionnelle (Honzel et al., 2014). Il s'agit d'une fonction cognitive

qui détient un rôle central chez l'individu que ce soit dans les apprentissages scolaires ou dans la résolution de problèmes. L'interaction entre la mémoire de travail et l'attention suppose que plus la charge mentale augmente en mémoire de travail, plus les ressources attentionnelles disponibles sont réduites et ainsi engendrent une performance diminuée en mémoire de travail (Gazzaley & Nobre, 2012; Honzel et al., 2014; Pratt, Willoughby, & Swick, 2011).

Une théorie propose que les pensées liées à l'évènement traumatisant entrent en compétition avec les ressources en mémoire de travail (Klein & Boals, 2001). Ainsi, plus la tâche est exigeante sur le plan cognitif, plus il est difficile d'y attribuer les ressources mentales nécessaires. La présence d'un poids émotionnel comme le vécu d'un traumatisme, réduit la quantité d'information qui peut être maintenue et traitée en mémoire de travail. Les ressources limitées contribueraient donc à l'altération de la performance en mémoire de travail (Honzel et al., 2014). Des études ont effectivement démontré qu'une exposition élevée à un trauma en contexte de guerre et de conflits ethniques et politiques, nuit aux processus attentionnels et mnésiques (Hayes et al., 2011; Honzel et al., 2014).

Généralement, les conséquences liées au traumatisme surgissent peu après l'évènement. Cependant, les symptômes suivant le trauma peuvent également se manifester longtemps après. Le traumatisme peut entre autres être réactivé par un élément lui étant associé, tel qu'un contexte, un bruit ou une odeur. Des études ont notamment

utilisé le réseau par défaut comme biomarqueur à l'appui des effets à long terme de l'exposition à un stress majeur. Le réseau par défaut est un regroupement de régions cérébrales interconnectées qui sont activées au repos et désactivées à l'effort cognitif (Philip et al., 2013). Plus la tâche demande un effort cognitif important, plus la désactivation du réseau par défaut est grande. Une étude a démontré que les individus ayant vécu un facteur de stress significatif à l'enfance, tel que la perte d'un parent, de l'abus ou de la négligence, présentent une plus grande désactivation du réseau par défaut à une tâche de mémoire de travail (Philip et al., 2013). En somme, les réponses cognitives et affectives associées à l'expérience traumatisante peuvent continuer à interférer avec le quotidien des individus, et ce, longtemps après la survenu du trauma (Horowitz, 1976, cité dans Thrasher, Dalgleish, & Yule, 1994).

Conséquences cognitives issues du génocide rwandais

Le génocide rwandais avait pour objectif l'extermination d'une ethnie entière, les Tutsis. Il a fait près d'un million de victimes entre avril et juillet 1994 (Bourgeois-Guérin & Rousseau, 2014; Brounéus, 2010; Dyregrov, Gupta, Gjestad, & Mukanoheili, 2000; Kaplan, 2013). Les assaillants étaient souvent connus des victimes. Les violences de toutes sortes se déroulaient au sein d'une même communauté, entre voisins et membres d'une même famille. Les survivants ont été témoins de diverses atrocités allant d'attaques à la machette à des violences sexuelles, de la destruction des biens au besoin de fuir ou de se cacher pour survivre (Schaal, Dusingizemungu, Jacob, Neuner, & Elbert, 2012). Une étude réalisée treize mois après le génocide auprès d'enfants rwandais âgés entre 8 et

19 ans démontre un niveau d'exposition extrême à des événements potentiellement traumatisques (Dyregrov et al., 2000). Parmi les données recensées chez les participants, 90 % d'entre eux croyaient mourir, 58 % ont été témoins d'attaques à la machette, 78 % ont été témoins de la mort d'un de leurs proches et plus de 80 % ont dû se cacher pour se protéger et survivre.

Le degré extrême d'exposition traumatique des survivants du génocide rwandais est documenté au sein d'études antérieures (Neugebauer et al., 2009; Schaal et al., 2012). L'exposition à de tels événements expose les survivants du génocide à un risque accru de détresse psychologique (Dyregrov et al., 2000). Le vécu d'un traumatisme influence non seulement la santé mentale des victimes, mais également les processus cognitifs (attention, mémoire, habiletés de planification/organisation) sollicitées dans le quotidien (Aupperle, Melrose, Stein, & Paulus, 2002; Hayes et al., 2011; Honzel et al., 2014; Philip et al., 2013). En dépit des efforts déployés par le gouvernement du Rwanda pour promouvoir la réconciliation et atténuer la souffrance de la population, des études démontrent que les conséquences cognitives issues du génocide sont toujours présentes plusieurs années plus tard et que l'ampleur demeure significative (Blanchette, Rutembesa, Habimana, & Caparos, 2019). Dans leur étude, Blanchette et al. (2019) ont mesuré entre autres la mémoire à court terme chez 470 rwandais en relation avec le degré de sévérité des expériences vécues pendant le génocide de 1994. Les résultats mettent en évidence des liens négatifs entre la sévérité des expériences vécues et les capacités en mémoire à court terme, lesquels demeurent significatifs plus de 20 ans après les événements de 1994. Cette

étude appuie la présence de conséquences non seulement sur la santé mentale, mais également sur la santé cognitive, chez des populations exposées à des traumatismes sévères. Bien que la présence de symptômes s'inscrivant dans un trouble de stress post-traumatique était associée à un rendement inférieur en mémoire à court terme, l'exposition au traumatisme en elle-même était liée à des capacités moindres en mémoire à court terme, indépendamment des symptômes de trouble de stress post-traumatique.

Objectifs de recherche et hypothèse

L'objectif de cet essai est d'examiner le lien entre musique, cognition et trauma dans un contexte socioculturel non occidental. Plus spécifiquement, cette étude consiste à examiner l'impact de la musique sur la mémoire de travail chez une population rwandaise ayant vécu un traumatisme majeur, soit le génocide des Tutsis en 1994. La musique a été choisie comme variable modératrice compte tenu de ses bienfaits sur la cognition et du fait qu'elle est fréquemment utilisée dans la régulation des émotions et du stress. La musique sélectionnée dans le cadre de cette étude varie selon le niveau d'activation (relaxant, stimulant) et la provenance culturelle (occidentale, rwandaise) afin de tenir compte des caractéristiques musicales favorables à l'effet positif de la musique, soit l'humeur, le niveau d'activation et la familiarité. À la lumière de l'ensemble des informations colligées au sein de la littérature, l'hypothèse formulée est la suivante : la performance à une tâche de mémoire de travail sera améliorée après l'écoute de musique jugée agréable, stimulante et familière chez un échantillon rwandais ayant vécu un traumatisme majeur.

La prochaine section présente l'article scientifique intitulé *Impact de la musique sur la mémoire de travail dans un contexte socioculturel rwandais*. Le sommaire de l'article a été accepté pour un numéro spécial de la revue *Frontiers in Psychology*, section Cognition, Research Topic Title : *Untangling Cultural Influences on Human Cognition : Integrating Evidence across Cultural Contexts and Methodological Approaches*. Le sommaire est d'abord présenté en français et ensuite, en anglais, tel que soumis à la revue. L'article est présenté en français. Il sera traduit en anglais ultérieurement avant soumission.

Explication de la pertinence de l'étude

Ce projet de recherche est pertinent pour diverses raisons. D'abord, cette étude permettra d'améliorer les connaissances scientifiques au regard du lien entre musique et cognition dans un contexte socioculturel non occidental. Ensuite, il est important d'accorder notre attention aux lourdes conséquences suivant l'exposition à un traumatisme majeur tel que le génocide rwandais, tant au plan émotionnel et psychologique que cognitif. Ceci est d'abord important afin de soutenir le Rwanda dans sa reconstruction. De plus, cela permet d'éclairer la communauté internationale face à l'ampleur des conséquences cognitives issues d'un trauma, lesquelles affectent toujours les individus et les sociétés plusieurs années plus tard. À notre connaissance, peu d'études se sont intéressées à l'impact de la musique sur la cognition chez une population dont la performance cognitive est à la base susceptible d'être altérée par le vécu d'un trauma majeur. Enfin, l'étude de la musique comme outil permettant potentiellement de modérer

l'impact négatif du trauma sur la cognition peut être utile pour bonifier les outils d'intervention suivant l'exposition traumatique de toutes formes.

Chapitre 1

Impact de la musique sur la mémoire de travail dans un contexte socioculturel rwandais

Impact of music on working memory in Rwanda

Sara-Valérie Giroux*, Département de psychologie, Université du Québec à Trois-Rivières, Trois-Rivières, QC, Canada

Serge Caparos, Département de psychologie, Dysco Laboratory, Université Paris 8, Saint-Denis, France

Nathalie Gosselin, Département de psychologie, Université du Québec à Trois-Rivières, Trois-Rivières, QC, Canada

Département de psychologie, Université de Montréal, Montréal, QC, Canada
International Laboratory for Brain, Music, and Sound Research, Université de Montréal, Montréal, QC, Canada

Center for Research on Brain, Language and Music (CRBLM), Université McGill, Montréal, QC, Canada

Eugène Rutembesa, College of Medicine and Health Sciences, University of Rwanda, Kigali, Rwanda

Isabelle Blanchette, Département de psychologie, Université du Québec à Trois-Rivières, Trois-Rivières, QC, Canada

Correspondance:

Sara-Valérie Giroux
sara-valerie.giroux@uqtr.ca

Sommaire

Des recherches antérieures démontrent que l'écoute de musique agréable, stimulante et familière, est susceptible d'améliorer la performance en mémoire de travail. Les bénéfices de la musique sur la cognition ont été largement étudiés chez des populations occidentales et peu dans d'autres cultures. Par ailleurs, la littérature relate bien les altérations cognitives associées au vécu d'un traumatisme majeur. Le génocide des Tutsis au Rwanda en 1994 est un exemple de trauma majeur susceptible de perturber significativement la mémoire de travail. L'objectif de cette étude était d'explorer l'impact de la musique sur la mémoire de travail dans un contexte socioculturel non occidental, le Rwanda. Les participants ont été assignés aléatoirement à un groupe contrôle (récit audio) ou à l'une de quatre conditions musicales différente selon le niveau d'activation (relaxant, stimulant) et la provenance culturelle (occidentale, rwandaise). La mémoire de travail a été mesurée avec une tâche comportementale basée sur le paradigme *n-back*. Contrairement aux études antérieures effectuées auprès de populations occidentales, nos résultats ne démontrent aucun effet positif de la musique familière jugée agréable et stimulante, sur la mémoire de travail dans un échantillon rwandais. L'amélioration suivant l'écoute de musique est moindre chez les participants ayant écouté une musique rwandaise familière que chez ceux ayant écouté une musique occidentale jugée non familière et que chez ceux ayant écouté un récit audio. Ces résultats soulignent l'importance de considérer le contexte socioculturel dans l'étude de la musique sur la cognition. Bien que de nombreux aspects de la musique et de ses effets psychologiques soient souvent considérés comme universels, il peut exister des différences culturelles limitant la généralisation de certains effets de la

musique sur la cognition, ou modulant les caractéristiques favorisant son impact positif. Enfin, nous abordons le rôle des ressources cognitives en lien avec l'exposition traumatique, le processus de rumination, et les expériences émotionnelles associées.

Abstract

Previous research shows that listening to enjoyable, stimulating and familiar music is likely to improve working memory performance. The benefits of music on cognition have been widely studied in Western populations, but not in other cultures. In parallel, alterations in working memory associated with the experience of a major trauma are well documented in the literature. The 1994 genocide of the Tutsis in Rwanda is an example of a major trauma likely to significantly disturb working memory. The purpose of this study was to explore the impact of music on working memory in a non-Western sociocultural context: Rwanda. 119 participants who were in Rwanda during the genocide were randomly assigned to a control group (narrated story) or one of four different musical conditions varying on two dimensions: arousal (relaxing, stimulating) and cultural origin (Western, Rwandan). Working memory was measured with a behavioral task using the n-back paradigm before and after listening to music (or the narrated story in the control condition). Unlike in previous studies with Western samples, our results did not show any positive effect of familiar, pleasant and stimulating music on working memory in this Rwandan sample. Performance on the n-back task generally improved from pre to post, in all condition, but this improvement was less important in participants who listened to familiar Rwandan music compared to those who listened to unfamiliar Western music and

a narrated story. We discuss the results in relation to the role of cognitive resources in rumination and associated emotional experiences. More generally, the study highlights the importance of considering the sociocultural context in research examining the impact of music on cognition. Although different aspects of music are considered universal, there may be cultural differences that limit the generalization of certain effects of music on cognition or that modulate the characteristics that favor the positive impact of music.

Keywords: Music; Working memory; Rwanda; Cognition; Trauma

305 words

Introduction

L'écoute de musique est une activité pratiquée couramment, d'une part par simple plaisir, et d'autre part, pour les bénéfices apportés aux niveaux psychologique et cognitif. L'effet positif de la musique, notamment sur la régulation des émotions et du stress, est très bien documenté (Chanda & Levitin, 2013; DeNora, 2011; Habibi & Damasio, 2014; Hallam & MacDonald, 2013; Krout, 2007; Saarikallio, Nieminen, & Brattico, 2013; Sloboda, O'Neill, & Ivaldi, 2001). Un effet bénéfique de la musique a aussi été rapporté en regard à la performance cognitive. Des études démontrent ainsi des rendements supérieurs à certaines tâches cognitives suivant l'exposition à un extrait musical (Nantais & Schellenberg, 1999; Särkämö et al., 2008; Schellenberg & Weiss, 2013; Smith, Waters, & Jones, 2010; Sutton & Lowis, 2008). L'effet positif de la musique a été établi dans des tâches visuospatiales (Husain, Thompson, & Schellenberg, 2002; Nantais & Schellenberg,

1999; Pietschnig, Voracek, & Formann, 2010; Schellenberg, 2005; Thompson, Schellenberg, & Husain, 2001), de raisonnement verbal (Sutton & Lowis, 2008) et mathématique (Smith et al., 2010), de vitesse de traitement de l'information (Schellenberg, Nakata, Hunter, & Tamoto, 2007), de créativité (Schellenberg et al., 2007), de mémoire visuelle à court terme (Chraif, Mitrofan, Golu, & Gâtej, 2014) et de mémoire de travail (Chew, Yu, Chua, & Gan, 2016; Mammarella, Fairfield, & Cornoldi, 2007; Palmiero, Nori, Rogolino, D'amico, & Piccardi, 2016). La vaste majorité des études se sont intéressées à l'effet de la musique sur le fonctionnement cognitif chez des populations occidentales, et très peu de recherches se sont penchées sur l'effet de la musique dans des contextes culturels non-occidentaux (Chew et al., 2016; Schellenberg et al., 2007). L'objectif de cette étude était d'examiner l'impact de la musique sur la mémoire de travail dans une culture africaine, au Rwanda.

La littérature relate par ailleurs une altération de la performance cognitive liée à l'exposition traumatique ou à des évènements de vie stressants significatifs (Honzel, Justus, & Swick, 2014; Philip et al., 2013; Scott et al., 2015). Un traumatisme, tel que potentiellement subi lors du génocide des Tutsis en 1994 au Rwanda, est donc susceptible d'affecter négativement la performance à certaines tâches cognitives (Blanchette, Rutembesa, Habimana, & Caparos, 2019). Considérant l'effet positif que peut avoir la musique sur la performance cognitive et sur la régulation des émotions, il y a lieu de se questionner à savoir si l'effet positif de la musique est observé chez une population d'une culture non-occidentale ayant vécu un trauma, tels que les Rwandais.

Musique et performance cognitive

L'effet positif de la musique a d'abord été associé à la musique de Mozart. Dans plusieurs études, la performance d'un groupe d'étudiants à une tâche visuospatiale s'est avérée supérieure après qu'ils aient été exposés à la musique de Mozart (Sonate pour deux pianos en ré majeur, KV 448), comparée à une condition où les participants étaient en silence, écoutaient un enregistrement de relaxation (Rauscher, Shaw, & Ky, 1993) ou une histoire courte (Rauscher, Shaw, & Ky, 1995). Des recherches ultérieures ont permis de constater que l'effet positif de la musique n'était pas limité aux compositions de Mozart mais pouvait s'observer avec plusieurs types de musiques partageant certaines caractéristiques avec la musique de Mozart (Nantais & Schellenberg, 1999).

Une de ces caractéristiques concerne le degré d'activation physiologique provoqué par la musique (Schellenberg, 2005; Thompson et al., 2001). La théorie de l'activation stipule que l'écoute de musiques stimulantes caractérisées par un tempo rapide favorise un niveau d'activation plus élevé chez les participants, lequel contribue à l'amélioration de la performance cognitive (Husain et al., 2002). Une étude a manipulé le tempo d'un extrait musical de manière à créer une version à tempo rapide et une seconde version à tempo lent. La performance à une tâche visuospatiale s'est révélée supérieure après l'écoute de musique ayant un tempo rapide comparé à la musique ayant un tempo lent, appuyant la théorie de l'activation (Husain et al., 2002).

Une autre caractéristique importante expliquant l'effet de la musique sur la performance cognitive est l'humeur (Thompson et al., 2001). Le mode majeur, associé à la gaieté, favorise l'induction d'un état émotionnel positif chez les participants (Dalla Bella, Peretz, Rousseau, & Gosselin, 2001; Gabrielsson & Juslin, 2003; Hunter, Schellenberg, & Schimmack, 2010). Cette humeur positive, tout comme le degré d'activation, contribue à une performance améliorée suite à l'écoute de musique en mode majeur. Une étude ayant manipulé le mode d'un extrait musical a démontré que les participants ayant écouté la musique en mode majeur avaient une humeur améliorée après l'exposition sonore, alors que ceux ayant écouté la pièce en mode mineur avaient une amélioration moindre (Husain et al., 2002). Le rendement à la tâche cognitive était supérieur chez les participants ayant été exposés à la musique en mode majeur. L'humeur induite par le mode majeur d'un extrait musical constitue donc un autre facteur pouvant expliquer l'amélioration cognitive suite à l'écoute de musique.

Outre le niveau d'activation et l'humeur, la familiarité semble être un troisième facteur pouvant influencer l'effet bénéfique attribué à l'écoute de musique sur la performance cognitive. Une étude s'est penchée sur l'effet de la musique de fond sur la performance académique et les apprentissages (Chew et al., 2016). La performance à une tâche de mémoire verbale était significativement meilleure à l'écoute de musique qui était familière pour les participants, comparativement à une musique non familière. Une amélioration de la performance à une tâche de créativité (dessin) a aussi été documentée chez des enfants ayant été exposés à des musiques familières comparativement à ceux

exposés à des musiques non familières (Schellenberg et al., 2007). L'effet associé à la familiarité peut être lié au simple effet d'exposition à une musique. Ce dernier réfère à l'effet positif d'une exposition antérieure sur la préférence pour cette même musique. Les individus ont tendance à préférer les musiques qu'ils connaissent, même si celles-ci ont été entendues qu'une seule fois (Peretz, Gaudreau, & Bonnel, 1998).

En somme, la musique peut améliorer la performance cognitive (Nantais & Schellenberg, 1999; Nittono, Tsuda, Akai, & Nakajima, 2000; Sutton & Lowis, 2008; Thompson et al., 2001), tout particulièrement si elle est familière, si elle favorise un niveau d'activation physiologique élevé, et si elle induit une humeur positive.

Ces résultats sont cependant mitigés dans la littérature. L'effet positif de la musique n'est pas toujours présent ou bien pas toujours lié à l'humeur, au niveau d'activation ou à la familiarité. Par exemple, dans une étude ayant sélectionné une *Sonate pour deux pianos en ré majeur* de Mozart, pièce couramment utilisée dans l'étude de la musique sur la performance cognitive (Thompson et al., 2001), la performance à une tâche de mémoire de travail était moindre après l'écoute de musique, comparativement à une période de repos (Kuschpel et al., 2015). D'autres données ont pour leur part démontré un effet bénéfique de la musique sur la performance cognitive sans toutefois observer de lien avec le niveau d'activation ou l'humeur, tels qu'évalués par les participants (Smith, Waters, & Jones, 2010). Une autre étude s'est intéressée à l'effet de la musique préférée des participants sur leur performance à une tâche de mémoire de travail (Hirokawa, 2004).

Les résultats ont indiqué un niveau d'activation auto-rapporté significativement plus élevé à l'écoute de la musique sans toutefois objectiver de différence dans la performance à la tâche de mémoire de travail comparativement aux autres conditions (écoute d'instructions de relaxation, groupe demeurant en silence).

Ces résultats s'avèrent contradictoires avec les études appuyant un lien positif entre musique et cognition et soulèvent donc certaines incohérences. Celles-ci peuvent en grande partie être attribuées aux procédures expérimentales qui varient d'une étude à l'autre, notamment en ce qui a trait au niveau de difficulté de la tâche cognitive, au temps d'exposition à la musique et la nature du groupe contrôle. La procédure établie dans le cadre de notre étude a été mise en place de manière à se conformer autant que possible à la procédure employée dans les études de Schellenberg et ses collègues, comme nos hypothèses prennent majoritairement appui sur leurs travaux (Voir section Méthode).

Musique et culture

Les bénéfices de la musique sur la cognition ont été largement étudiés chez des populations occidentales et peu dans d'autres cultures. La musique occupant une place d'envergure dans toutes les cultures (Munyaradzi & Zimidzi, 2012; Peretz & Lidji, 2006), il nous semble pertinent de demander si son effet sur la cognition est universel, tout comme la musique elle-même. Dans notre étude, nous nous intéressons au Rwanda, pays africain ayant une culture musicale différente des pays occidentaux (Voir article de Munyaradzi & Zimidzi (2012)), et où la musique tient une place importante (d'Ardenne

& Kiyendeye, 2015). Le Rwanda est un pays de choix pour l'étude des effets psychologiques de la musique. En effet, il a été démontré que la musique peut engendrer des changements positifs au plan biochimique dans des régions cérébrales jouant un rôle dans le stress, l'anxiété et la régulation des émotions générées par l'exposition traumatique (Bensimon, Amir, & Wolf, 2008). Plusieurs études ont montré qu'à la suite du génocide rwandais de 1994, la musique a eu un impact positif sur les populations exposées, en diminuant notamment le stress et l'anxiété ressentis (Pelletier, 2004; Walworth, 2003). Le *Rwanda Multi Learning Centre* (RMLC) rapporte également avoir utilisé la musique pour soutenir la reconstruction de liens interpersonnels dans la communauté rwandaise (d'Ardenne & Kiyendeye, 2015). Selon le RMLC, la musique a servi d'instrument et d'appui dans le rétablissement psychologique des rescapés du génocide. Considérant que la musique peut avoir un effet bénéfique sur la performance cognitive, il est particulièrement intéressant d'étudier cet effet dans un contexte socioculturel rwandais, soit chez une population ayant vécu un trauma susceptible d'altérer la performance cognitive.

Trauma et cognition

En 1994, le Rwanda a connu l'un des plus grands génocides de l'histoire. Le génocide des Tutsis a causé la mort de près d'un million d'individus, entre avril et juillet 1994, représentant environ 10 % de la population rwandaise de l'époque (Pham, Weinstein, & Longman, 2004). En 2013, l'UNICEF a estimé qu'approximativement 600 000 jeunes rwandais présentaient des signes de trauma psychologique sévère en lien avec le génocide

de 1994 (d'Ardenne & Kiyendeye, 2015; Munyandamutsa, Nkubamugisha, Gex-Fabry, & Eytan, 2012).

L'exposition à un évènement traumatisant peut engendrer des altérations négatives sur le plan cognitif, comme l'incapacité à se rappeler des aspects importants de l'évènement, de même que des cognitions distordues et persistantes à propos des causes de l'évènement. Outre les problèmes cognitifs spécifiquement reliés au trauma, des problèmes cognitifs génériques peuvent également être rencontrés au quotidien (American Psychiatric Association, 2013). La littérature montre ainsi que le trauma est généralement associé à des rendements inférieurs à des tâches évaluant notamment les processus attentionnels, la vitesse de traitement de l'information, les processus mnésiques verbaux et la mémoire de travail (Scott et al., 2015).

C'est le cas au Rwanda, où des liens négatifs ont été constatés entre les expériences traumatisques liées au génocide et les capacités en mémoire à court terme plus de 20 ans après le génocide (Blanchette et al., 2019). Les résultats d'une autre étude effectuée auprès d'orphelins rwandais appuient également la présence d'une altération des aptitudes mnésiques quatre ans après le génocide des Tutsis (Dyregrov, Gupta, Gjestad, & Mukanoheki, 2000). Bien que la plupart des individus (75 %) ayant vécu le génocide rwandais n'aient pas développé d'ESPT (Pham et al., 2004), cela n'empêche toutefois pas la présence de conséquences à long terme découlant du traumatisme vécu. Ainsi, une étude a mis en évidence des performances significativement inférieures en mémoire de travail

chez des participants ayant été exposés à un traumatisme significatif (abus sexuel) et n'ayant pas nécessairement développé d'ESPT, comparativement à des individus sans historique de trauma (Blanchette & Caparos, 2016).

Aux vues des effets négatifs du trauma sur la cognition, il est possible que certains individus de la population rwandaise présentent des altérations de la mémoire de travail, comparés à des individus de pays équivalents n'ayant pas connu un tel niveau de trauma. Il paraît donc particulièrement pertinent d'explorer les facteurs pouvant avoir un impact positif sur la mémoire de travail dans de telles populations, afin de potentiellement développer des stratégies et des outils pour améliorer la santé cognitive des populations exposées au trauma.

Objectif de recherche

Des études auprès de populations occidentales démontrent que l'écoute de musique est susceptible d'améliorer la performance à une tâche cognitive. La littérature relate également l'altération cognitive issue du trauma, dont l'impact négatif sur la mémoire de travail. Dans le cadre de la présente étude, nous nous sommes intéressés à l'impact de la musique sur la performance en mémoire de travail dans un contexte socioculturel non occidental, le Rwanda, pays ayant vécu un traumatisme majeur en 1994. Notre hypothèse était que la performance en mémoire de travail serait améliorée en présence d'une musique jugée familière, agréable et stimulante chez un échantillon rwandais ayant vécu un traumatisme majeur.

Méthode

Approbation éthique

Cette étude a été approuvée par le Comité d'éthique de l'Université du Québec à Trois-Rivières au Canada. Au Rwanda, le projet de recherche a reçu l'approbation éthique du Comité national d'éthique de la République du Rwanda, de la Commission nationale pour l'unité et la réconciliation et de la Commission Nationale de la Lutte contre le Génocide, correspondant aux trois autorités dont l'approbation était exigée pour réaliser l'étude.

Devis

Ce projet de recherche étudie l'effet du type de musique, lequel varie selon deux dimensions : la provenance (occidentale ou rwandaise) et le niveau d'activation (relaxant ou stimulant), sur la performance à une tâche de mémoire de travail. La tâche de mémoire de travail, le paradigme *n*-back, variait en niveau de difficulté (1-back ou 2-back). Les analyses ont porté sur le taux de bonnes réponses obtenu à la tâche de mémoire de travail.

Participants

Cent dix-neuf (119) participants d'origine rwandaise (64 femmes; $34,14 \pm 5,56$ ans) ont complété l'étude. Le recrutement des participants s'est fait à l'aide d'assistants de recherche, lesquels ont diffusé verbalement l'information dans les environs de Kigali (capitale du Rwanda). La collecte de données s'est déroulée sur trois semaines aux mois de juillet 2015 et août 2015. Trois critères d'inclusion étaient requis afin d'être éligible à

l'étude : (1) être âgé d'au minimum 30 ans de manière à être suffisamment âgé au moment du génocide pour se rappeler les évènements; (2) avoir été présent au Rwanda pendant le génocide; et (3) savoir parler et lire en Kinyarwanda. Ce dernier critère était nécessaire compte tenu qu'une grande partie de l'étude exigeait la lecture de questionnaires et de consignes. Les participants ayant des résultats en-deçà du seuil de chance (50 %) ($n = 9$) et ceux ayant moins bien performé au 1-back comparativement au 2-back (niveau de difficulté plus élevé) ($n = 11$) ont été exclus des analyses statistiques car l'on considère que la tâche de mémoire de travail n'a pas été bien comprise. Les participants étaient compensés à raison de 8000 FRW, équivalent approximativement à 15 \$ CAD au moment de l'étude. Une lettre d'information était lue avec les participants et un formulaire de consentement devait être signé avant la participation à l'étude.

Procédure

L'étude s'inscrit au sein d'un projet de recherche s'intéressant à dresser un portrait de la santé mentale, de la santé cognitive et de l'ouverture à la réconciliation au Rwanda, lequel incluait d'autres questionnaires et tâches cognitives. La durée moyenne totale de la passation expérimentale était d'environ trois heures. En ce qui concerne l'étude spécifique rapportée ici, la durée moyenne était de soixante minutes.

L'entièreté de l'étude se déroulait à l'ordinateur. Les questionnaires et les tâches ont été programmés à l'aide du logiciel E-Prime 2.0.10.353. Les participants devaient d'abord répondre à différents questionnaires présentés à l'ordinateur visant à documenter l'humeur

et le degré de stress des participants en début de tâche, ainsi que le degré d'exposition au génocide. Ensuite, ils devaient effectuer la tâche de mémoire de travail à deux reprises, avant et après l'exposition à l'extrait sonore (musique ou récit audio) d'une durée de 10 minutes. Le port d'écouteurs permettait l'écoute des extraits sonores. Les participants devaient remplir une évaluation de leur humeur et de leur niveau d'activation avant et après l'exposition à l'extrait sonore. L'évaluation des extraits sonores se faisait à la fin de l'expérience.

Entre quatre et sept participants effectuaient simultanément l'expérience en utilisant chacun un ordinateur différent dans une même pièce. Une assistante de recherche de l'Université du Québec à Trois-Rivières et un à deux assistants de recherche d'origine rwandaise étaient présents en tout temps afin d'assurer le bon déroulement de l'étude, d'apporter des précisions et d'aider les participants avec l'utilisation de l'ordinateur selon les besoins.

Les participants ont été répartis aléatoirement au sein de cinq groupes, soit quatre groupes expérimentaux et un groupe contrôle. La musique variait selon deux dimensions : la provenance (occidentale ou rwandaise) et le niveau d'activation (relaxante ou stimulante). Les participants de chacun des groupes écoutaient une seule combinaison d'extraits musicaux soit de provenance occidentale et relaxante, de provenance occidentale et stimulante, de provenance rwandaise et relaxante ou de provenance rwandaise et stimulante. Les participants du groupe contrôle écoutaient une succession de

deux récits audio racontés en kinyarwanda. Comme dans la plupart des études, un devis expérimental inter sujets a été privilégié afin d'éviter que l'écoute d'une seconde musique soit influencée par l'écoute de la première.

Matériel

Questionnaires. Les questionnaires utilisés ont été traduits du français ou de l'anglais au kinyarwanda par deux traducteurs indépendants. Les questionnaires étaient présentés dans le même ordre pour tous les participants. Pour chaque question, les participants devaient sélectionner une réponse en appuyant sur la touche correspondante sur le clavier numérique. La possibilité de ne pas répondre à une question était en tout temps disponible en appuyant sur la touche “(9) *Je préfère ne pas répondre*”.

Profile of Mood States. Une version traduite en kinyarwanda du questionnaire *Profile of Mood State-Brief* (POMS-B) a été utilisée afin de mesurer l'humeur des participants. Il s'agit d'une version abrégée du questionnaire initial comprenant 65 items (McNair, Lorr, & Dropelman, 1971) qui vise l'évaluation de l'humeur par le biais de six dimensions (tension-anxiété, dépression-découragement, colère-hostilité, fatigue-inertie, confusion-perplexité et vigueur-activité). Le POMS-B est une version courte qui contient 30 adjectifs décrivant des sentiments et des états de l'humeur que le répondant est susceptible d'avoir vécu dans la dernière semaine. Ce questionnaire est couramment utilisé dans les études interculturelles. Il a été validé et traduit dans plusieurs langues (Andrade, Arce, de Francisco, Torrado, & Garrido, 2013; Chen, Snyder, & Krichbaum,

2002; Yeun & Shin-Park, 2006). Seuls les items des trois sous-échelles du POMS-B qui étaient d'intérêt pour nos hypothèses ont été utilisés, soit les dimensions Tension-Anxiété, Dépression-Découragement et Vigueur-Activité. Les participants devaient répondre aux items sur une échelle visuelle analogique allant de *Pas du tout* à *Extrêmement* afin d'indiquer le degré auquel chaque adjectif présenté décrivait leur humeur.

Perceived Stress Scale. Le *Perceived Stress Scale* (PSS) permet de mesurer le degré de stress associé aux événements de la vie quotidienne (Cerclé, Gadéa, Hartmann, & Lourel, 2008; Cohen et al., 1983; Mimura & Griffiths, 2004). Les participants devaient répondre à une série de 14 items sur une échelle de type Likert allant de *Jamais* (0) à *Très souvent* (4) afin d'indiquer la fréquence à laquelle ils ont ressenti certains sentiments ou ont eu certaines pensées dans le dernier mois. Les résultats varient entre 0 et 56 : un score plus élevé correspond à un niveau de stress plus élevé. Le PSS présente de bonnes propriétés psychométriques (Cohen et al., 1983) et il est traduit dans 25 langues autres que l'anglais (Lee, 2012). Il n'y avait toutefois pas de version validée en kinyarwanda au jour de l'étude.

Exposition au génocide. Les participants devaient compléter une échelle de sévérité de l'exposition au traumatisme, inspirée de Pham et al. (2004), afin de valider l'équivalence des groupes en termes de trauma vécu. Les participants devaient indiquer s'ils avaient été exposés à des événements potentiellement traumatiques en lien avec le génocide, soit (1) biens endommagés ou perdus; (2) obligation de fuir; (3) maladie grave;

(4) handicap ou maladie consécutive au génocide; (5) violence sexuelle; (6) blessures sur le corps; (7) décès d'un parent proche; (8) décès d'un parent proche à la suite d'une maladie consécutive au génocide; et (9) proche parent ayant subi un handicap grave à la suite du génocide. Les participants devaient répondre à chaque item par *Oui* (1) ou *Non* (0). Un score d'exposition au génocide était ainsi obtenu allant de *Non exposé à des conséquences du génocide* (0) à *Exposition maximale aux conséquences du génocide* (9).

Extraits sonores. Les extraits sonores sont présentés dans le Tableau 1. Une évaluation préalable des musiques choisies a été réalisée auprès d'étudiants québécois universitaires pour les musiques occidentales et auprès de résidents rwandais pour les musiques rwandaises. Les musiques occidentales choisies étaient de type instrumental. Une combinaison de quatre extraits musicaux occidentaux jugés relaxants avec un tempo lent était présentée au groupe « musique occidentale relaxante ». Une combinaison de quatre extraits musicaux occidentaux jugés stimulants avec un tempo rapide était présentée au groupe « musique occidentale stimulante ». Des musiques rwandaises ont été choisies afin de mesurer l'impact de la familiarité dans l'effet de la musique sur la performance cognitive. Considérant la culture musicale au Rwanda, les musiques d'origine rwandaise choisies pour l'étude comportaient donc des paroles, à la différence de la musique occidentale. Une pré-évaluation des musiques auprès de résidents rwandais a permis de constater que sans paroles, il y avait une certaine incompréhension. Les résidents attendaient que les paroles arrivent pour bien saisir et reconnaître la musique. Une combinaison de trois extraits musicaux rwandais jugés relaxants avec un tempo lent

était présentée au groupe « musique rwandaise relaxante ». Une combinaison de trois extraits musicaux rwandais jugés stimulants avec un tempo rapide était présentée au groupe « musique rwandaise stimulante ». Enfin, une combinaison de deux récits audio racontés en kinyarwanda était présentée au groupe contrôle. Les récits audio étaient descriptifs : l'un décrivait le paysage aperçu lors d'un voyage dans les montagnes, le second décrivait le trajet d'un enfant sur le chemin de l'école. L'écoute de récits audio a été choisie comme condition contrôle afin que les participants écoutent des paroles, comme ceux exposés à la musique rwandaise.

L'ensemble des extraits sonores a été normalisé à une amplitude maximale de -1.0 décibels et ont subi des fondus d'ouverture et de fermeture sur une durée de 1 seconde, afin d'éviter un effet de sursaut et d'avoir une transition progressive entre le silence et le son, et vice versa. Les extraits sonores étaient présentés à l'aide d'écouteurs pour une durée de dix minutes et le volume était préalablement ajusté de façon à être confortable (environ 70 dB). À la fin de l'étude, les participants évaluaient la valence, le niveau d'activation et la familiarité des extraits musicaux présentés sur des échelles allant de 0 (*Très désagréable*, *Très relaxant*, ou *Pas du tout familier*) à 4 (*Très agréable*, *Très stimulant*, ou *Très familier*). Les récits audio ont été jugés neutres en termes de valence, d'activation et de familiarité par les participants du groupe contrôle.

Tableau 1

Titres des extraits sonores utilisés

Groupe		Extraits sonores
Provenance	Activation	
Occidentale	Relaxant	<i>Twenty Eight Parallel</i> (Vangelis) <i>Rousseau Meditation From Thais</i> (John Massenet) <i>Ave Maria</i> (Charles Gounod) <i>The Lord Bless you and keep you</i> (John Rutter)
Occidentale	Stimulant	<i>Trumpet Concerto in E-Flat Major (Hob. VII e,1) III. Finale : Allegro</i> (Joseph Haydn) <i>Minute Waltz Op. 64 No. 1 in D flat</i> (Frédéric Chopin) <i>Rodondo Alla Turca</i> (Wolfgang Amadeus Mozart) <i>Dance of the Hours</i> (Amilcare Ponchielli)
Rwandaise	Relaxant	<i>Umunezero</i> (Cécile Kayirebwa) <i>Kamaliza</i> (Mutamuliza Annonciata) <i>Rugamba</i> (Abeza Banjye)
Rwandaise	Stimulant	<i>Ineza Y'Umuntu</i> (Theogene Uwiringiyimana) <i>Yakobo</i> (Iriba Choir) <i>Gutazira</i>
Récits audio		<i>Inkuru y'umwana w'umunyeshuri wibagiriwe ikayi murugo</i> (Dancille Mukarubibi) <i>Akarere k'iburasirazuba</i> (Dancille Mukarubibi)

Note. Les compositeurs apparaissent entre parenthèses.

Tâche de mémoire de travail. Après avoir répondu aux questionnaires, les participants devaient effectuer une tâche de mémoire de travail utilisant le paradigme *n-back*. Il s'agit d'une tâche comportementale dans laquelle une séquence de stimuli est présentée de façon continue à l'écran. La tâche consiste à mémoriser une série de stimuli afin d'indiquer si chaque stimulus présenté est le même que celui présenté *n* essais plus tôt dans la séquence. La Figure 1 présente un exemple de séquences de stimuli pour les conditions 1-back et 2-back. Ce paradigme a été utilisé dans l'étude de la mémoire de travail tant chez des populations cliniques que chez des participants en santé (Blanchard, Jones-Alexander, Buckley, & Forneris, 1996; Philip et al., 2016; Rose & Ebmeier, 2006; Wild-Wall, Falkenstein, & Gajewski, 2011). Cette tâche est jugée comme une mesure valable des processus cognitifs utilisés en mémoire de travail du fait qu'elle exige un suivi (monitoring), une mise à jour (*updating*) et une manipulation de l'information temporairement mémorisée (Owen, McMillan, Laird, & Bullmore, 2005; Wild-Wall et al., 2011).

Considérant le contexte socioculturel rwandais et le niveau d'éducation de l'échantillon, des images d'animaux du continent Africain, stimuli considérés familiers, ont été utilisées au lieu des lettres et des chiffres couramment utilisés dans les tâches de *n-back* (Philip et al., 2016; Schmiedek, Lövdén, & Lindenberger, 2014; Schoofs, Preuß, & Wolf, 2008). Les études relevées dans la littérature utilisent généralement le 2-back et le 3-back (Lilienthal, Tamez, Shelton, Myerson, & Hale, 2013; Schmiedek et al., 2014; Schoofs et al., 2008). Ces études portent sur des populations occidentales hautement

scolarisées. Le 1-back et le 2-back ont été choisis pour notre échantillon en moyenne moins scolarisé.

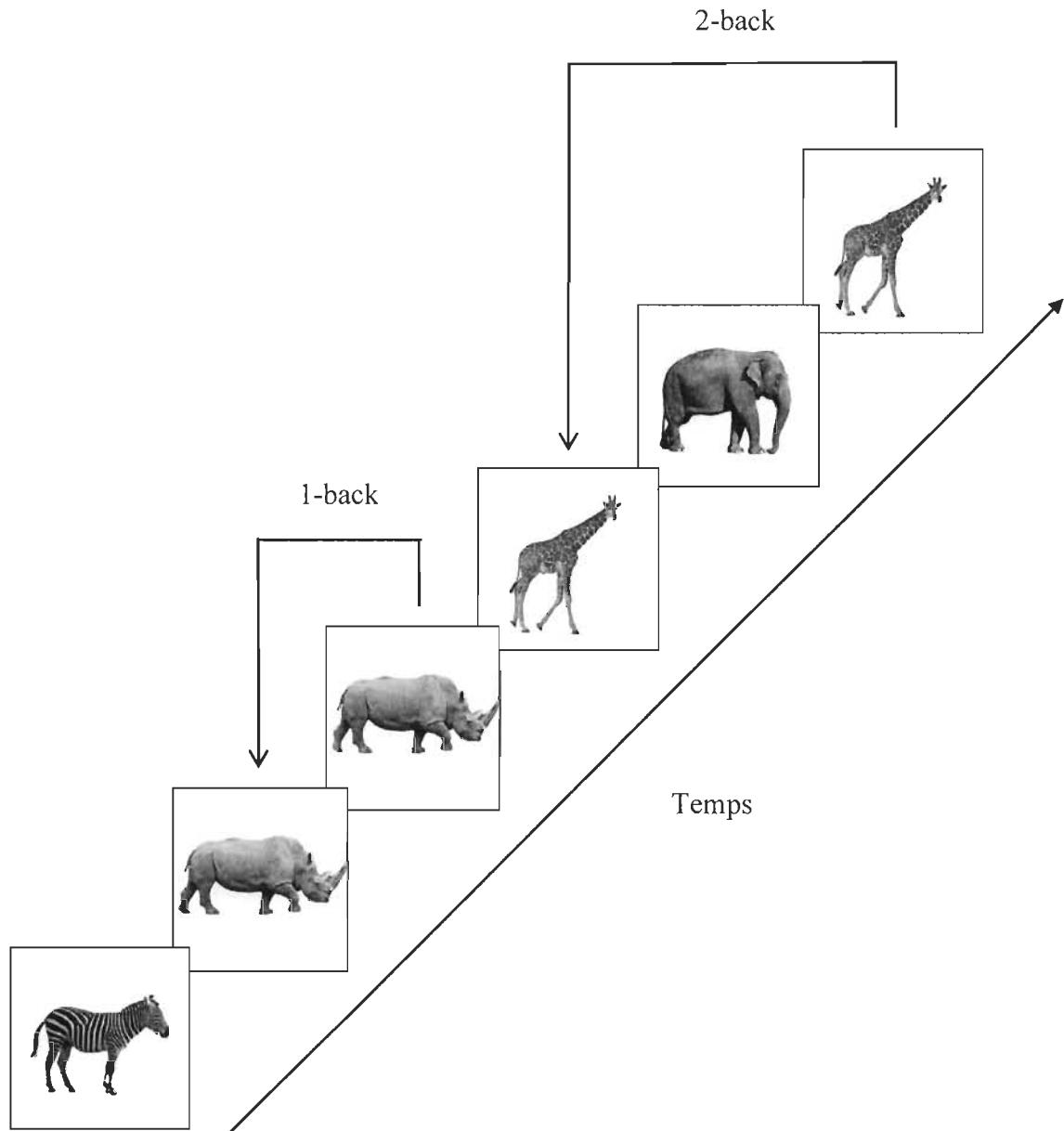


Figure 1. Exemple d'une séquence d'images avec niveaux de difficulté 1-back et 2-back.

Les participants complétaient d'abord deux blocs expérimentaux lors desquels la charge mentale en mémoire de travail allait du 1-back au 2-back. Après l'exposition sonore, deux autres blocs expérimentaux (1-back et 2-back) étaient effectués. Chaque bloc comportait 48 essais avec une présentation randomisée des images. Ces dernières étaient présentées pendant 1 seconde avec des intervalles inter stimuli d'une durée de deux secondes. Les participants devaient appuyer sur l'une de deux touches identifiées par un code de couleur (vert pour “oui” ou rouge pour “non”) afin d'indiquer si le stimulus présenté à l'écran était le même que celui présenté n -essais précédents. Préalablement aux blocs expérimentaux, des instructions détaillées comportant des exemples étaient donnés afin d'assurer une bonne compréhension de la tâche. Les participants devaient également compléter un bloc de pratique comportant 20 essais pour chaque niveau de difficulté, suite auquel une rétroaction était donnée indiquant le nombre de bonnes et de mauvaises réponses obtenues.

Mesures psychologiques autorapportées. À deux reprises pendant l'étude, avant et après l'exposition sonore, les participants devaient rapporter leur humeur et leur niveau d'activation physiologique sur une échelle de type Likert allant de 0 à 4 (humeur : *Très triste à Très joyeux*, et niveau d'activation : *Très calme à Très excité*).

Résultats

Les analyses statistiques ont été réalisées à l'aide du logiciel SPSS. Une première série d'analyses a été effectuée afin de valider que les groupes étaient équivalents, en

termes de sexe, d'âge, de niveau d'éducation, ainsi qu'au regard des échelles de stress, d'humeur et du degré d'exposition au génocide (voir Tableau 2 pour les statistiques descriptives). Le score moyen d'exposition au génocide pour l'ensemble des participants était de 4,48 ($\bar{X} = 2,12$) sur l'échelle de sévérité allant de 0 à 9. Des analyses de variance ont été réalisées avec les cinq groupes comme facteur inter-sujets. Aucune différence significative n'a été relevée entre les groupes, sur aucune des mesures, $F(4, 97) < 2,06$, et $p > ,09$, pour toutes les analyses de variance.

Performance en mémoire de travail

Une deuxième série d'analyses a été réalisée afin de déterminer si les résultats obtenus à la tâche n -back différaient selon le niveau de difficulté (1-back, 2-back), le temps (pré, post-exposition sonore), et le groupe (occidental relaxant, occidental stimulant, rwandais relaxant, rwandais stimulant, groupe contrôle). Les résultats obtenus à la tâche n-back sont présentés dans les Figures 2 et 3. L'analyse de variance révèle un effet principal du niveau de difficulté, $F(1, 4) = 222,46, p < ,001$ et du temps (pré, post), $F(1, 4) = 26,57, p < ,001$. Les participants présentaient des performances supérieures dans la condition 1-back que dans la condition 2-back ainsi que de meilleures performances après l'exposition sonore comparativement à avant. Il y avait aussi une interaction marginalement significative entre le temps et les groupes $F(1, 4) = 2,19, p = ,08$.

Tableau 2

Caractéristiques des participants selon le groupe assigné

Groupe	Provenance				Récit audio
	Occidentale	Occidentale	Rwandaise	Rwandaise	
	Activation				
Sexe	Relaxant	Stimulant	Relaxant	Stimulant	
Hommes	<i>n</i> = 7	<i>n</i> = 12	<i>n</i> = 10	<i>n</i> = 8	<i>n</i> = 10
Femmes	<i>n</i> = 11	<i>n</i> = 11	<i>n</i> = 9	<i>n</i> = 10	<i>n</i> = 10
Âge					
M (ET)	34,71 (5,29)	34,83 (7,30)	35,89 (7,96)	32,78 (2,37)	32,32 (1,73)
Éducation					
M (ET)	3,47 (0,72)	3,14 (1,04)	2,63 (0,83)	3,11 (0,96)	3,00 (0,86)
PSS					
M (ET)	30,12 (3,50)	30,48 (3,79)	34,32 (6,27)	30,06 (7,85)	31,33 (5,66)
POMS Anxiété					
M (ET)	6,94 (5,02)	6,22 (4,52)	7,16 (5,84)	5,50 (4,45)	4,90 (3,80)
POMS Humeur					
M (ET)	7,28 (5,70)	5,26 (4,41)	6,74 (5,43)	4,94 (4,56)	4,75 (3,91)
POMS Vigueur					
M (ET)	11,00 (3,88)	11,87 (2,28)	11,79 (3,97)	11,78 (4,25)	10,55 (4,27)
Sévérité génocide					
M (ET)	4,78 (1,99)	4,41 (1,84)	4,32 (1,89)	4,33 (2,47)	4,70 (2,52)

Notes. PSS = *Perceived Stress Scale*; POMS Anxiété = *Profile of Mood States* échelle Tension-Anxiété; POMS Humeur = *Profile of Mood States* échelle Dépression-Découragement; POMS Vigueur = *Profile of Mood States* échelle Vigueur-Activité.

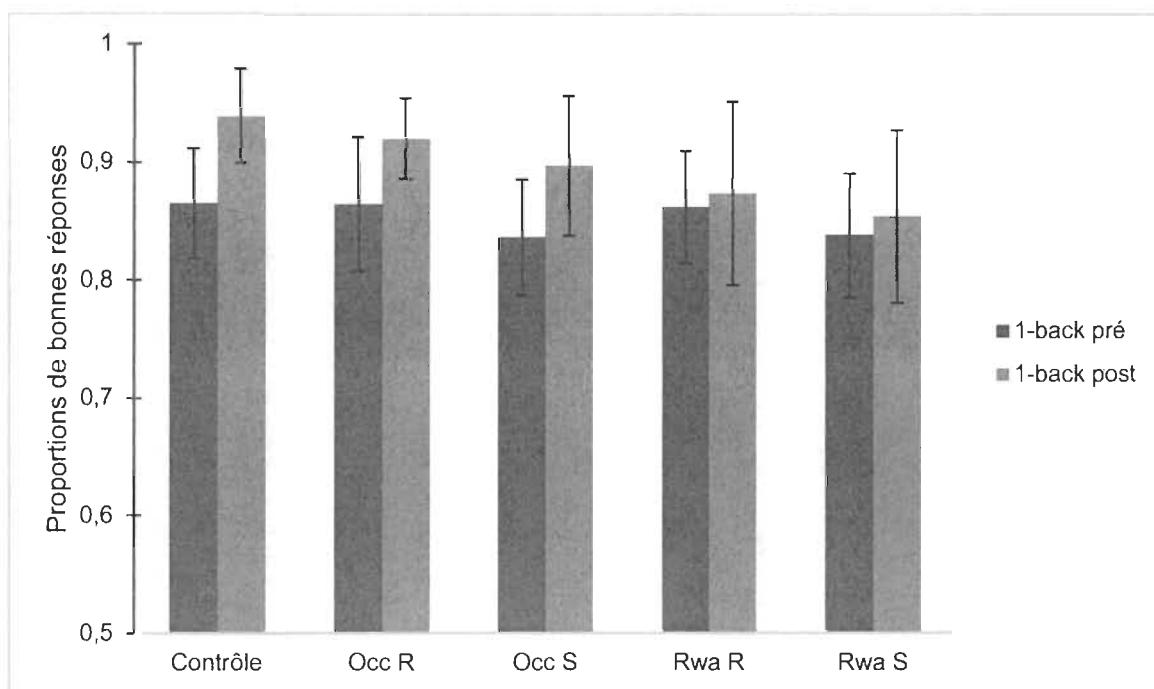


Figure 2. Moyenne des résultats à la tâche de mémoire de travail (niveau de difficulté 1-back).

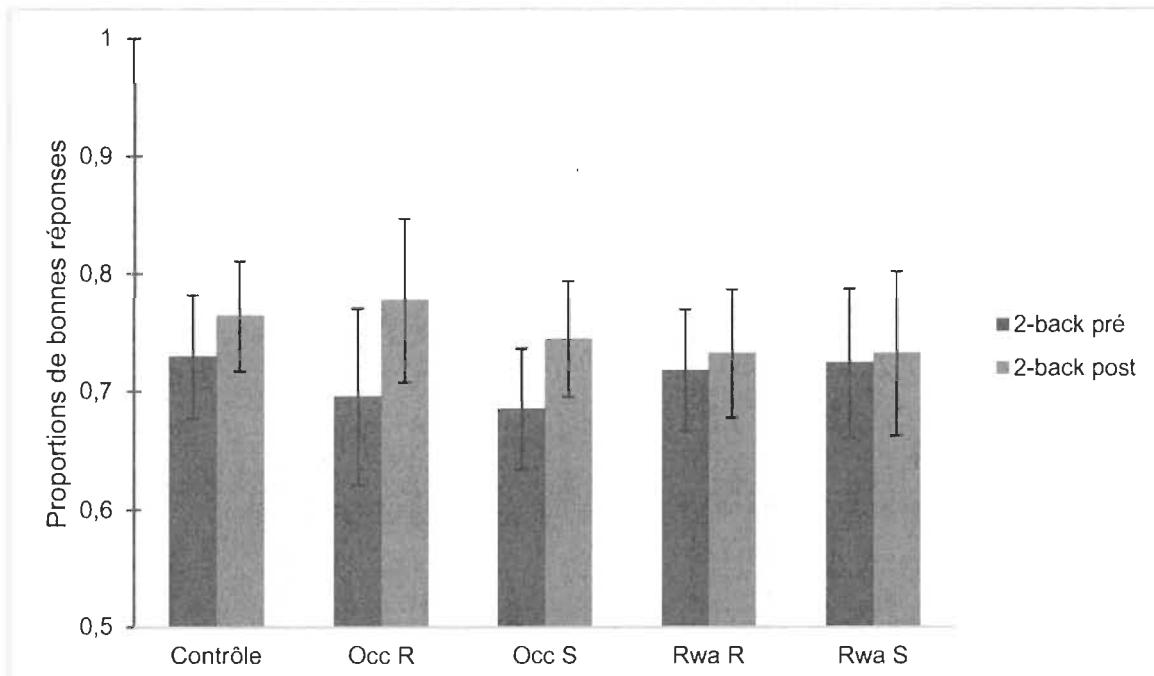


Figure 3. Moyenne des résultats à la tâche de mémoire de travail (niveau de difficulté 2-back).

Pour explorer la contribution des dimensions reliées à la musique une seconde analyse de variance a été réalisée, excluant le groupe contrôle. La performance au n-back (pré, post) a été comparée en fonction du niveau d'activation de la musique (relaxant ou stimulant) et sa provenance (occidentale ou rwandaise). Un effet d'interaction entre le temps et la provenance s'est révélé significatif, $F(1, 72) = 7,41, p = ,01$. L'amélioration suivant l'écoute de la musique était inférieure lorsque les participants avaient écouté la musique rwandaise ($M = 0,01$, $\bar{ET} = 0,08$) comparativement à la musique occidentale ($M = 0,06$, $\bar{ET} = 0,08$). Aucun autre effet n'était significatif, $F(1, 72) < 0,01, p > ,99$, excluant évidemment l'effet principal du temps $F(1, 72) = 16,81, p < ,01$.

Une autre manière d'examiner l'interaction entre les dimensions de la musique et la mémoire de travail a été de faire des tests-*t* pour échantillons appariés sur la performance pré et post exposition sonore. Un seuil de signification plus conservateur a été utilisé dans le cadre de ces analyses ($p < ,01$). Ces tests post-hoc ont confirmé une amélioration significative de la performance dans le groupe contrôle $t(17) = -3,94, p < ,001$. Une amélioration de la performance après l'exposition sonore est aussi notée dans le groupe occidental relaxant $t(14) = -3,41, p < ,001$ et le groupe occidental stimulant $t(21) = -3,34, p < ,001$. L'amélioration est moins marquée et non significative chez les groupes ayant écouté de la musique rwandaise relaxante $t(18) = -0,76, p = ,46$ et rwandaise stimulante $t(17) = -0,62, p = ,55$.

Évaluation des extraits musicaux

Une autre série d'analyses a été effectuée avec les données issues de l'évaluation des extraits musicaux. Les moyennes des évaluations du niveau d'activation, de la familiarité et de la valence sont présentées dans le Tableau 3. Trois analyses de variance ont été réalisées, avec chacune de ces mesures dépendantes, examinant l'effet du type d'activation et de la provenance de la musique comme variables indépendantes intersujets. Les participants ont jugé les musiques relaxantes comme ayant un niveau d'activation inférieur aux musiques stimulantes, $F(1, 76) = 4,11, p = ,05$. La musique rwandaise a été jugée plus familière que la musique occidentale, $F(1, 76) = 74,20, p < ,001$. Enfin, la musique rwandaise a été jugée plus agréable que la musique occidentale, $F(1, 74) = 33,14, p < ,001$. La musique rwandaise a donc été évaluée comme étant plus familière et plus agréable que la musique occidentale et le niveau d'activation de la musique stimulante (de toute provenance) a été jugé supérieur à la musique relaxante. Aucun effet d'interaction n'était significatif, $F(1, 74) < 3,64, p > ,06$.

Tableau 3
Moyennes des évaluations des extraits musicaux

Groupe	Provenance			
	Occidentale	Occidentale	Rwandaise	Rwandaise
	Activation			
Relaxant	Stimulant	Relaxant	Stimulant	
Niveau d'activation perçu	1,88 (0,99)	1,91 (1,20)	1,00 (0,67)	2,00 (1,41)
Familiarité perçue	0,94 (0,87)	1,18 (1,10)	2,95 (1,22)	3,33 (0,97)
Valence perçue	1,69 (1,14)	1,50 (1,19)	2,89 (0,88)	3,06 (0,87)

Note. Les écarts types apparaissent entre parenthèses.

Évaluation sur une échelle allant de 0 (minimum) à 4 (maximum).

Évaluation de l'humeur et du niveau d'activation des participants

Une série d'analyses a concerné les évaluations des participants de leur humeur et de leur niveau d'activation avant et après l'exposition sonore. Les moyennes des évaluations sont présentées dans le Tableau 4 selon chacun des groupes. Des analyses de variance à mesures répétées (pré, post) comparant les cinq groupes pour chacune des deux variables dépendantes ont été effectuées. Les résultats indiquent une interaction entre temps et groupes pour l'évaluation de l'humeur, $F(4, 82) = 2,59, p = ,04$. Des tests T pour échantillons appariés comparant l'humeur rapportée pré et post exposition sonore montrent une différence significative seulement chez le groupe exposé à la musique rwandaise stimulante (humeur plus joyeuse post exposition sonore), $t(15) = -3,10, p = ,01$.

Les analyses ne révèlent pas d'effet d'interaction entre groupe et temps pour le niveau d'activation rapporté, $F(4, 82) = 0,48, p = ,75$.

Tableau 4

Moyennes des évaluations de l'humeur et du niveau d'activation des participants

Groupe	Provenance				Récit audio	
	Occidentale	Occidentale	Rwandaise	Rwandaise		
Activation						
Humeur						
Pré	1,71 (1,31)	1,77 (1,19)	2,18 (1,07)	2,37 (1,09)	2,53 (1,13)	
Post	2,00 (1,37)	2,24 (1,18)	2,35 (1,22)	3,00 (0,82)	2,83 (1,15)	
Niveau d'activation						
Pré	1,59 (1,18)	0,82 (0,59)	1,41 (0,62)	1,13 (0,50)	1,47 (0,80)	
Post	1,06 (1,06)	1,05 (0,92)	1,35 (0,86)	0,87 (0,96)	1,28 (0,96)	

Notes. Les écarts types apparaissent entre parenthèses.

Pré = pré-exposition sonore; Post = post-exposition sonore.

Évaluation sur une échelle allant de 0 (minimum) à 4 (maximum).

Discussion

Cette étude avait pour objectif d'explorer l'impact de la musique sur la mémoire de travail dans un contexte socioculturel rwandais. Considérant d'une part que les aptitudes

en mémoire de travail sont altérées chez les individus ayant été exposés à un traumatisme majeur, et d'autre part, que des études ont démontré une amélioration de la performance en mémoire de travail après l'écoute de musique familiale jugée agréable et stimulante chez des populations occidentales, nous nous sommes intéressés à l'impact de la musique sur la mémoire de travail chez une population rwandaise ayant été exposée au génocide rwandais de 1994. Notre hypothèse était que l'écoute d'une musique familiale, agréable et stimulante augmentera la performance à une tâche de mémoire de travail.

Contrairement à ces prédictions, nos résultats ne démontrent aucun effet positif de la musique familiale sur la mémoire de travail dans cet échantillon rwandais, et ce, même si cette musique rwandaise a été jugée agréable et stimulante. Ceci contraste avec l'amélioration observée lorsque les participants avaient été exposés à la musique occidentale ou à un récit audio. Les résultats obtenus vont à l'encontre des études antérieures dans des échantillons occidentaux. À la lumière des présents résultats, l'effet de la familiarité ne peut être considéré universel considérant que la musique occidentale a eu un effet plus positif que la musique rwandaise, dans cet échantillon rwandais. Nos résultats suggèrent que dans des populations non-occidentales, la musique familiale n'a pas nécessairement un impact positif sur la performance cognitive, même si elle est jugée stimulante et agréable.

Bien que différents aspects de la musique soient considérés universels, il est possible que le contexte socioculturel soit un facteur limitant potentiellement la généralisation de

certains effets de la musique sur la cognition, ou à tout le moins, module les caractéristiques qui font en sorte que la musique a un impact. L'effet positif de la musique sur la performance cognitive a été démontré principalement chez des populations occidentales. Les schémas cognitifs liés à la musique, comme la perception mélodique et la réponse émotionnelle, seraient cependant grandement influencés par la culture (Demorest, Morrison, Beken, & Jungbluth, 2008; Gribenski, 2005). Le contexte socioculturel est important à considérer dans la compréhension et l'interprétation musicales (Fiske & Royal, 2002). Considérant que la culture influence fortement le traitement de l'information musicale, il est possible que les différences culturelles expliquent en partie les présents résultats. Si les schémas musicaux diffèrent entre la culture rwandaise et la culture occidentale, les effets attendus de la musique sont eux aussi susceptibles de différer.

Dans le contexte où la musique au Rwanda est fortement associée à la reconstruction des liens interpersonnels et à la réadaptation psychologique après le génocide (d'Ardenne & Kiyendeye, 2015; Pelletier, 2004; Walworth, 2003), il est possible que la musique soit associée à des émotions et/ou des souvenirs nuisant aux ressources cognitives nécessaires pour accomplir la tâche de mémoire de travail post-exposition sonore. L'expérience d'une émotion, surtout si négative, peut en effet déclencher un processus de rumination qui épuise les ressources de la mémoire de travail normalement consacrées à d'autres tâches, les rendant ainsi moins disponibles (Curci, Lanciano, Soleti, & Rimé, 2013). L'écoute de musique familiale a pu engendrer la venue de souvenirs, émotions et autres pensées,

positives ou négatives, lesquels ont pu monopoliser des ressources cognitives, les rendant ainsi indisponibles pour la tâche cognitive. D'autres études seront toutefois nécessaires afin de tester cette hypothèse.

Bien que notre hypothèse initiale n'ait pas été confirmée, il est important de souligner les forces méthodologiques de cette étude. En premier lieu, les évaluations des musiques sélectionnées étaient parfaitement cohérentes avec le type de chaque musique. Les musiques rwandaises ont été jugées plus familières et agréables que les musiques occidentales, et le niveau d'activation des musiques stimulantes, de toute provenance, a été jugé plus élevé que celui des musiques relaxantes. En second lieu, un effet du niveau de difficulté a été démontré dans la tâche de mémoire de travail, confirmant la validité de notre tâche cognitive malgré l'adaptation de la tâche par l'utilisation d'images et de niveaux de difficultés qui diffèrent de ce qui est habituellement utilisé dans la littérature.

Parmi les limites de notre étude, il importe de nommer le contexte de passation de l'expérience. Le fait que les participants étaient plusieurs à effectuer l'expérience au même moment et dans la même pièce a pu nuire à l'effet désiré de la musique sur l'état subjectif des participants. La présence d'autres individus a pu influencer négativement la réaction émotionnelle et physiologique à l'écoute de musique. Toutefois, cette limite s'applique à l'ensemble de la tâche et ne peut donc pas expliquer les différences observées entre l'effet des musiques occidentale et rwandaise. Par ailleurs, l'écoute de musique se fait très souvent en groupe et donc, de limiter l'étude de ses effets aux circonstances

d'écoute individuelle pourrait limiter la validité écologique des résultats. Une différence importante entre la musique rwandaise et la musique occidentale est que cette dernière contient des paroles comparativement à la première. Compte tenu qu'une amélioration a aussi été perçue chez le groupe contrôle ayant écouté un récit audio avec paroles, cette différence ne peut toutefois pas expliquer le patron de différences observées. Il importe tout de même de rappeler que les études occidentales qui montrent un effet positif sur la performance cognitive utilisent pour la grande majorité de la musique sans paroles.

Par ailleurs, des études suggèrent que les effets bénéfiques de la musique dépendent de l'humeur et du niveau d'activation des participants, plutôt que de refléter uniquement les caractéristiques de la musique classique (Husain et al., 2002; Koelsch, 2014). Dans notre étude, seule la musique rwandaise stimulante a eu un effet sur l'humeur des participants. De façon générale, la musique n'a donc pas eu d'effet significatif sur le sentiment subjectif des participants. Une autre étude a cependant démontré un effet bénéfique de la musique sur la performance en mémoire de travail sans toutefois observer de lien avec le niveau d'activation ni l'humeur, tels qu'évalués par les participants (Smith et al., 2010). Il est donc difficile de rejeter les résultats de la présente étude sur la seule base de l'absence d'effet sur le sentiment subjectif des participants.

Il demeure que la musique est décrite comme ayant occupé une place d'envergure dans la reconstruction sociale et psychologique du Rwanda suite au génocide (d'Ardenne & Kiyendeye, 2015). La musique est connue comme étant un facteur important

contribuant à la cohésion sociale observée au sein d'un groupe (Boer & Abubakar, 2014; Jimenez-dabdoub & Catterall, 2015). La musicothérapie est souvent utilisée comme outil thérapeutique auprès d'individus ayant subi un trauma (Bensimon, Amir, & Wolf, 2008). Le processus créatif de la musicothérapie favorise le développement d'un sentiment d'appartenance et d'une communication interpersonnelle. Comparativement à la thérapie de discussion, la musicothérapie offre un contexte plus agréable, moins intrusif et par conséquent, jugé plus sûre par les utilisateurs (Carr et al., 2012). Bien que la musicothérapie présente certains bénéfices au plan psychosocial, nos résultats invitent à être prudent quant à l'effet sur la cognition à court terme.

L'impact social de la musique demeure néanmoins important à considérer. Dans les recherches futures se penchant sur le lien entre musique et trauma, il serait certainement intéressant de comparer l'impact cognitif avec les bienfaits aux plans social et psychologique. La musicothérapie aide à diminuer les symptômes de stress post-traumatique (Bensimon, Amir, & Wolf, 2008). Si la musique réduit la sévérité des symptômes de trauma, ceci serait susceptible d'atténuer l'impact sur les habiletés cognitives. Par conséquent, il serait pertinent d'examiner l'effet de la musique sur la cognition à plus long terme, considérant les bienfaits possibles sur les symptômes de stress post-traumatiques en tant que tels.

Les recherches futures devraient investiguer plus précisément les mécanismes expliquant l'impact de la musique sur la performance cognitive. Ceci permettrait de mettre

en lumière les raisons spécifiques pour lesquelles les résultats sont mitigés dans la littérature. À notre avis, il est important de mieux cerner les processus cognitifs et émotionnels impliqués de manière à avoir une compréhension plus juste et éclairée de l'impact de la musique sur la performance cognitive. Le rôle des ressources cognitives dans la relation entre la musique et la performance cognitive devrait notamment faire l'objet d'investigations. L'étude de la cognition musicale d'un point de vue culturel conduira à une meilleure compréhension des similarités et des différences observées à travers les cultures.

Références

- American Psychiatric Association. (2013). *DSM-5: Diagnostic and statistical manual of mental disorders* (5^e éd.). Washington, DC: Authors.
- Andrade, E., Arce, C., de Francisco, C., Torrado, J., & Garrido, J. (2013). Abbreviated version in Spanish of the POMS questionnaire for adult athletes and general population. *Revista de Psicología Del Deporte*, 22(1), 95-102. Repéré à <https://psycnet.apa.org/record/2013-08789-011>
- Bensimon, M., Amir, D., & Wolf, Y. (2008). Drumming through trauma: Music therapy with post-traumatic soldiers. *Arts in Psychotherapy*, 35(1), 34-48. doi: 10.1016/j.aip.2007.09.002
- Blanchard, E. B., Jones-Alexander, J., Buckley, T. C., & Forneris, C. A. (1996). Psychometric properties of the PTSD checklist (PCL). *Behaviour Research and Therapy*, 34(8), 669-673. doi: 10.1016/0005-7967(96)00033-2
- Blanchette, I., & Caparos, S. (2016). Working memory function is linked to trauma exposure, independently of post-traumatic stress disorder symptoms. *Cognitive Neuropsychiatry*, 21(6), 494-509. doi: 10.1080/13546805.2016.1236015
- Blanchette, I., Rutembesa, E., Habimana, E., & Caparos, S. (2019). Long-term cognitive correlates of exposure to trauma : Evidence from Rwanda. *Psychological Trauma: Theory, Research, Practice, and Policy*, 11(2), 147-155. doi: 10.1037/tra0000388
- Boer, D., & Abubakar, A. (2014). Music listening in families and peer groups: Benefits for young people's social cohesion and emotional well-being across four cultures. *Frontiers in Psychology*, 5, 1-15. doi: 10.3389/fpsyg.2014.00392
- Carr, C., d'Ardenne, P., Sloboda, A., Scott, C., Wang, D., & Priebe, S. (2012). Group music therapy for patients with persistent post-traumatic stress disorder - an exploratory randomized controlled trial with mixed methods evaluation. *Psychology and Psychotherapy: Theory, Research and Practice*, 85, 179-202.
- Cerclé, A., Gadéa, C., Hartmann, A., & Lourel, M. (2008). Typological and factor analysis of the perceived stress measure by using the PSS scale. *Revue européenne de psychologie appliquée*, 58(4), 227-239. doi: 10.1016/j.erap.2008.09.006
- Chanda, M. L., & Levitin, D. J. (2013). The neurochemistry of music. *Trends in Cognitive Sciences*, 17(4), 179-193. doi: 10.1016/j.tics.2013.02.007

- Chen, K.-M., Snyder, M., & Krichbaum, K. (2002). Translation and equivalence: The profile of mood states short form in English and Chinese. *International Journal of Nursing Studies*, 39, 619-624. doi: 10.1177/0021989409342157
- Chew, A. S. Q., Yu, Y. T., Chua, S. W., & Gan, S. K. E. (2016). The effects of familiarity and language of background music on working memory and language tasks in Singapore. *Psychology of Music*, 44(6), 1431-1438. doi: 10.1177/0305735616636209
- Chraif, M., Mitrofan, L., Golu, F., & Gâtej, E. (2014). The influence of relaxation music on abstract visual short term memory retrieval task at young students at psychology. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 127, 852-857. doi: 10.1016/j.sbspro.2014.03.367
- Cohen, S., Kamarck, T., & Mermelstein, R. (1983). A global measure of perceived stress. *Journal of Health and Social Behavior*, 24(4), 385-396. doi: 10.2307/2136404
- Curci, A., Lanciano, T., Soleti, E., & Rimé, B. (2013). Negative emotional experiences arouse rumination and affect working memory capacity. *Emotion*, 13(5), 867-880. doi: 10.1037/a0032492
- Dalla Bella, S., Peretz, I., Rousseau, L., & Gosselin, N. (2001). A developmental study of the affective value of tempo and mode in music. *Cognition*, 80(3), 1-10. doi: 10.1016/S0010-0277(00)00136-0
- d'Ardenne, P., & Kiyendeye, M. (2015). An initial exploration of the therapeutic impact of music on genocide orphans in Rwanda. *British Journal of Guidance and Counselling*, 43(5), 559-569. doi: 10.1080/03069885.2014.954237
- Demorest, S. M., Morrison, S. J., Beken, M. N., & Jungbluth, D. (2008). Lost in translation: An enculturation effect in music memory performance. *Music Perception*, 25(3), 213-223.
- DeNora, T. (2011). Music and mind in everyday life. *British Journal of Music Education*, 28(01), 106-108. doi: 10.1017/S0265051710000458
- Dyregrov, A., Gupta, L., Gjestad, R., & Mukanoheki, E. (2000). Trauma exposure and psychological reactions to genocide among Rwandan children. *Journal of Traumatic Stress*, 13(1), 3-21. doi: 10.1023/A:1007759112499
- Fiske, H., & Royal, M. (2002). Musical understanding: Cognition and enculturation. Dans B. Hanley & T. W. Goolsby (Éds), *Musical understanding: Perspectives in theory and practice* (pp. 71-90). Canada: Canadian Music Educators Association.

- Gabrielsson, A., & Juslin, P. N. (2003). Emotional expression in music. Dans R. J. Davidson, K. R. Scherer, & H. H. Goldsmith (Éds), *Handbook of affective sciences* (pp. 503-534). Oxford, Angleterre: Oxford University Press.
- Gribenski, M. (2005). Musique et sciences cognitives. *Labyrinthe*, 20, 99-116. Repéré à <http://journals.openedition.org/labyrinthe/763>
- Habibi, A., & Damasio, A. (2014). Music, feelings, and the human brain. *Psychomusicology: Music, Mind, and Brain*, 24(1), 92-102. doi: 10.1037/pmu0000033
- Hallam, S., & MacDonald, R. (2013). Introduction: Perspectives on the power of music. *Research Studies in Music Education*, 35(1), 83-86. doi: 10.1177/1321103X13488485
- Hirokawa, E. (2004). Effects of Music Listening and Relaxation Instructions on Arousal Changes and the Working Memory Task in Older Adults. *Journal of Music Therapy*, 41(2), 107-127.
- Honzel, N., Justus, T., & Swick, D. (2014). Posttraumatic stress disorder is associated with limited executive resources in a working memory task. *Cognitive, Affective and Behavioral Neuroscience*, 14(2), 792-804. doi: 10.3758/s13415-013-0219-x
- Hunter, P. G., Schellenberg, E. G., & Schimmack, U. (2010). Feelings and perceptions of happiness and sadness induced by music: Similarities, differences, and mixed emotions. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts*, 4(1), 47-56. doi: 10.1037/a0016873
- Husain, G., Thompson, W. F., & Schellenberg, E. G. (2002). Effects of musical tempo and mode on arousal, mood, and spatial abilities. *Music Perception*, 20(2), 151-171. doi: 10.1525/mp.2002.20.2.151
- Jimenez-Dabdoub, L., & Catterall, J. (2015). A holistic approach on the neurological benefits of music. *Psychiatria Danubina*, 27(Suppl. 1), 148-150.
- Koelsch, S. (2014). Brain correlates of music-evoked emotions. *Nature Reviews Neuroscience*, 15(3), 170-180. doi: 10.1038/nrn3666
- Krout, R. E. (2007). Music listening to facilitate relaxation and promote wellness: Integrated aspects of our neurophysiological responses to music. *Arts in Psychotherapy*, 34(2), 134-141. doi:10.1016/j.aip.2006.11.001
- Kuschpel, M. S., Liu, S., Schad, D. J., Heinzel, S., Heinz, A., & Rapp, M. A. (2015). Differential effects of wakeful rest, music and video game playing on working

- memory performance in the *n*-back task. *Frontiers in Psychology*, 6, 1-11. doi: 10.3389/fpsyg.2015.01683
- Lee, E. H. (2012). Review of the psychometric evidence of the perceived stress scale. *Asian Nursing Research*, 6(4), 121-127. doi: 10.1016/j.anr.2012.08.004
- Lilienthal, L., Tamez, E., Shelton, J. T., Myerson, J., & Hale, S. (2013). Dual n-back training increases the capacity of the focus of attention. *Psychonomic Bulletin and Review*, 20(1), 135-141. doi: 10.3758/s13423-012-0335-6
- Mammarella, N., Fairfield, B., & Cornoldi, C. (2007). Does music enhance cognitive performance in healthy older adults? The Vivaldi effect. *Aging Clinical and Experimental Research*, 19(5), 394-399. doi: 10.1007/BF03324720
- McNair, D. M., Lorr, M., & Droppleman, L. F. (1971). *Manual for the Profile of Mood States*. San Diego, CA: Educational and Industrial Testing Services.
- Mimura, C., & Griffiths, P. (2004). A Japanese version of the perceived stress scale: Translation and preliminary test. *International Journal of Nursing Studies*, 41(4), 379-385. doi: 10.1016/j.ijnurstu.2003.10.009
- Munyandamutsa, N., Nkubamugisha, P. M., Gex-Fabry, M., & Eytan, A. (2012). Mental and physical health in Rwanda 14 years after the genocide. *Social Psychiatry and Psychiatric Epidemiology*, 47(11), 1753-1761. doi: 10.1007/s00127-012-0494-9
- Munyaradzi, G., & Zimidzi, W. (2012). Comparison of Western music and African music. *Creative Education*, 3(2), 193-195. doi: 10.4236/ce.2012.32030
- Nantais, K. M., & Schellenberg E. G. (1999). The Mozart effect: An artifact of preference. *Psychological Science*, 10(2), 370-373.
- Nittono, H., Tsuda, A., Akai, S., & Nakajima, Y. (2000). Tempo of background sound and performance speed. *Perceptual and Motor Skills*, 90, 1122-1122.
- Owen, A. M., McMillan, K. M., Laird, A. R., & Bullmore, E. (2005). N-back working memory paradigm: A meta-analysis of normative functional neuroimaging studies. *Human Brain Mapping*, 25(1), 46-59. doi: 10.1002/hbm.20131
- Palmiero, M., Nori, R., Rogolino, C., D'amico, S., & Piccardi, L. (2016). Sex differences in visuospatial and navigational working memory: the role of mood induced by background music. *Experimental Brain Research*, 234(8), 2381-2389. doi: 10.1007/s00221-016-4643-3

- Pelletier, C. L. (2004). The effect of music on decreasing arousal due to stress: A meta-analysis. *Journal of Music Therapy, 41*(3), 192-214. doi: 10.1093/jmt/41.3.192
- Peretz, I., Gaudreau, D., & Bonnel, A.-M. (1998). Exposure effects on music preference and recognition. *Memory & Cognition, 26*(5), 884-902.
- Peretz, I., & Lidji, P. (2006). Une perspective biologique sur la nature de la musique. *Revue de neuropsychologie, 16*(4), 335-386.
- Pham, P. N., Weinstein, H. M., & Longman, T. (2004). Trauma and PTSD symptoms in Rwanda. *Journal of the American Medical Association, 292*(17), 602-612. doi: 10.1001/jama.292.17.2082-a
- Philip, N. S., Sweet, L. H., Tyrka, A. R., Carpenter, S. L., Albright, S. E., Price, L. H., & Carpenter, L. L. (2016). Exposure to childhood trauma is associated with altered n-back activation and performance in healthy adults: Implications for a commonly used working memory task. *Brain Imaging and Behavior, 10*(1), 124-135. doi: 10.1007/s11682-015-9373-9
- Philip, N. S., Sweet, L. H., Tyrka, A. R., Price, L. H., Carpenter, L. L., Kuras, Y. I., ... Niaura, R. S. (2013). Early life stress is associated with greater default network deactivation during working memory in healthy controls: A preliminary report. *Brain Imaging and Behavior, 7*(2), 204-212. doi: 10.1007/s11682-012-9216-x
- Pietschnig, J., Voracek, M., & Formann, A. K. (2010). Mozart effect-Shmozart effect: A meta-analysis. *Intelligence, 38*(3), 314-323. doi: 10.1016/j.intell.2010.03.001
- Rauscher, F. H., Shaw, G. L., & Ky, C. N. (1993). Music and spatial task performance. *Nature, 365*, 611. doi: 10.1038/365611a0
- Rauscher, F. H., Shaw, G. L., & Ky, K. N. (1995). Listening to Mozart enhances spatial-temporal reasoning: towards a neurophysiological basis. *Neuroscience Letters, 185*, 44-47.
- Rose, E. J., & Ebmeier, K. P. (2006). Pattern of impaired working memory during major depression. *Journal of Affective Disorders, 90*, 149-161. doi: 10.1016/j.jad.2005.11.003
- Saarikallio, S., Nieminen, S., & Brattico, E. (2013). Affective reactions to musical stimuli reflect emotional use of music in everyday life. *Musicae Scientiae, 17*(1), 27-39. doi: 10.1177/1029864912462381

- Särkämö, T., Tervaniemi, M., Laitinen, S., Forsblom, A., Soinila, S., Mikkonen, M., ... Hietanen, M. (2008). Music listening enhances cognitive recovery and mood after middle cerebral artery stroke. *Brain*, 131(3), 866-876. doi: 10.1093/brain/awn013
- Schellenberg, E. G. (2005). Music and cognitive abilities. *Current Directions in Psychological Science*, 14(6), 317-320. doi: 10.1111/j.0963-7214.2005.00389.x
- Schellenberg, E. G., Nakata, T., Hunter, P. G., & Tamoto, S. (2007). Exposure to music and cognitive performance: tests of children and adults. *Psychology of Music*, 35(1), 5-19. doi: 10.1177/0305735607068885
- Schellenberg, E. G., & Weiss, M. (2013). Music and cognitive abilities. Dans D. Deutsch (Éd), *The psychology of music* (3^e éd., pp. 499-550). Amsterdam: Elsevier. doi: 10.1016/B978-0-12-381460-9.00012-2
- Schmiedek, F., Lövdén, M., & Lindenberger, U. (2014). A task is a task is a task: Putting complex span, n-back, and other working memory indicators in psychometric context. *Frontiers in Psychology*, 5, 1-8. doi: 10.3389/fpsyg.2014.01475
- Schoofs, D., Preuß, D., & Wolf, O. T. (2008). Psychosocial stress induces working memory impairments in an n-back paradigm. *Psychoneuroendocrinology*, 33(5), 643-653. doi: 10.1016/j.psyneuen.2008.02.004
- Scott, J. C., Matt, G. E., Wrocklage, K. M., Crnich, C., Jordan, J., Southwick, S. M., ... Schweinsburg, B. C. (2015). A quantitative meta-analysis of neurocognitive functioning in posttraumatic stress disorder. *Psychological Bulletin*, 141(1), 105-140. doi: 10.1037/a0038039
- Sloboda, J. A., O'neill, S. A., & Ivaldi, A. (2001). Functions of music in everyday life: An exploratory study using the experience sampling method. *Musicae Scientiae*, 5(1), 9-32. doi: 10.1177/102986490100500102
- Smith, A., Waters, B., & Jones, H. (2010). Effects of prior exposure to office noise and music on aspects of working memory. *Noise and Health*, 12(49), 235-243. doi: 10.4103/1463-1741.70502
- Sutton, C. J. C., & Lowis, M. J. (2008). The effect of musical mode on verbal and spatial task performance. *Creativity Research Journal*, 20(4), 420-426. doi: 10.1080/10400410802391884
- Thompson, W. F., Schellenberg, E. G., & Husain, G. (2001). Research report arousal, mood, and the Mozart effect. *Psychological Science*, 12(3), 248-251.

- Walworth, D. D. L. (2003). The effect of preferred music genre selection versus preferred song selection on experimentally induced anxiety levels. *Journal of Music Therapy*, 40(1), 2-14. doi: 10.1093/jmt/40.1.2
- Wild-Wall, N., Falkenstein, M., & Gajewski, P. D. (2011). Age-related differences in working memory performance in a 2-back task. *Frontiers in Psychology*, 2, 1-12. doi: 10.3389/fpsyg.2011.00186
- Yeun, E. J., & Shin-Park, K. K. (2006). Verification of the profile of mood states-brief: Cross-cultural analysis. *Journal of Clinical Psychology*, 62(9), 1173-1180. doi: 10.1002/jclp

Discussion générale

Cet essai doctoral avait pour objectif d'étudier l'impact de la musique sur la performance cognitive dans une culture non-occidentale. Plus précisément, cette étude avait pour but d'examiner l'impact de la musique sur la mémoire de travail au sein de la culture rwandaise. Cette dernière a surtout été choisie du fait qu'il s'agit d'une population ayant été exposée à un traumatisme d'envergure majeure, le génocide des Tutsis en 1994. Tel que présenté en introduction, l'exposition à un traumatisme est sujette d'entrainer une altération négative de la performance cognitive. L'effet positif de la musique ayant été étudié plus largement auprès de populations occidentales, nous nous sommes intéressés à savoir si cet effet bénéfique pouvait être reproduit chez une population non-occidentale ayant vécu un trauma majeur, tel que les Rwandais. La provenance culturelle (occidentale, rwandaise) et le niveau d'activation (relaxant, stimulant) des extraits sonores sélectionnés a permis d'évaluer l'impact de la musique en tenant compte de la familiarité, du niveau d'activation et de l'agréabilité de la musique, tels que perçus et jugés par les participants. Le groupe contrôle écoutait un récit audio dont le contenu était jugé neutre par les participants. Une tâche comportementale informatisée utilisant le paradigme n-back avec images d'animaux familiers (animaux du continent africain) a été utilisée pour mesurer la performance en mémoire de travail. La tâche cognitive variait selon le niveau de difficulté (1-back et 2-back). Elle était présentée avant et après l'exposition sonore afin de contrôler pour toute différence intergroupe préexistante possible.

Notre hypothèse était que la musique jugée agréable, stimulante et familière favoriserait une meilleure performance en mémoire de travail. Contrairement à l'hypothèse émise, l'amélioration suivant l'écoute de musique a permis d'objectiver une amélioration moindre chez les participants ayant écouté une musique familière jugée agréable et stimulante. Nos résultats ne démontrent aucun effet positif de la musique sur la mémoire de travail chez un échantillon rwandais exposé à un traumatisme sévère, et ce, même pour la musique rwandaise jugée agréable, stimulante et familière par l'échantillon.

Les résultats obtenus dans cet échantillon rwandais vont à l'encontre des résultats retrouvés chez les échantillons occidentaux. Le fait que la musique occidentale ait eu un effet plus positif que la musique rwandaise laisse présager que l'effet de la familiarité est différent pour les populations non-occidentales comparativement aux populations occidentales. Le contexte socioculturel limite potentiellement la généralisation de certains effets de la musique sur la cognition, ou du moins, interfère sur les éléments favorables à l'effet positif de la musique sur la cognition. Des recherches ont démontré que la culture influence grandement les schémas cognitifs liés à la musique, tels que la perception mélodique et la réponse émotionnelle (Demorest, Morrison, Beken, & Jungbluth, 2008; Gribenski, 2005). Il est donc possible que la présence de schémas musicaux différents pour la culture rwandaise et la culture occidentale explique, du moins en partie, que l'effet de la musique retrouvé chez les populations occidentales diffère dans un échantillon rwandais.

De plus, il est plausible de penser que la familiarité et l'agréabilité de la musique rwandaise ait nuit aux ressources cognitives nécessaires à l'accomplissement de la tâche cognitive en suscitant la venue de souvenirs, émotions et autres pensées. Ceux-ci sont alors susceptibles d'interférer avec les ressources mentales utilisées pour compléter la tâche cognitive. L'expérience d'une émotion, surtout si négative, peut déclencher un processus de rumination qui épuise les ressources de la mémoire de travail normalement consacrées à d'autres tâches, les rendant ainsi moins disponibles (Curci, Lanciano, Soleti, & Rimé, 2013). Le processus de rumination constitue une activité cognitive persistante résultant d'une émotion désagréable, dérangeante et difficile à interrompre. Les émotions et les pensées suscitées constituent une information additionnelle à traiter. Le traitement cognitif lié au processus de rumination entre alors en compétition avec les ressources mentales dédiées à la tâche. Il serait pertinent que des recherches futures s'intéressent au rôle des ressources cognitives et de la rumination potentielle dans l'étude de la relation entre la musique et la cognition afin de confirmer cette hypothèse.

La complexité de la tâche cognitive peut aussi contribuer aux différences observées entre notre étude et les études antérieures. Une tâche cognitive plus exigeante fera appel à davantage de ressources cognitives que d'autres tâches considérées plus simples. La tâche de n-back exige beaucoup de ressources cognitives, ce qui risque donc d'augmenter la difficulté à améliorer la performance comparé à une tâche moins exigeante sur le plan cognitif (Hirokawa, 2004; Mammarella et al., 2007; Steele, Ball, & Runk, 1997). L'utilisation d'une tâche qui nécessite non seulement le maintien mais aussi la

manipulation de l'information en mémoire a pu réduire l'effet potentiel de la musique sur la performance en mémoire de travail. Il serait intéressant à l'avenir de comparer l'effet de la musique sur la cognition en fonction de la complexité des tâches cognitives utilisées.

Cette étude est novatrice, car à notre connaissance, elle est la première à s'être penchée sur l'effet de la musique sur la performance cognitive chez une population non-occidentale ayant vécu un traumatisme majeur. Elle permet d'approfondir les connaissances au sujet de la relation entre musique, cognition et trauma dans un contexte socioculturel différent de celui fréquemment retrouvé dans la littérature jusqu'à présent, soit un contexte africain. En plus de cibler une population africaine, l'utilisation d'un échantillon rwandais ajoute aux recherches existantes de par le passé unique de cette population qui a vécu l'un des pires génocides de l'histoire humaine (Bourgeois-Guérin & Rousseau, 2014; Brounéus, 2010; Dyregrov et al., 2000; Kaplan, 2013; Pham, Weinstein, & Longman, 2004). Cette connaissance permet d'ouvrir la porte à des réflexions sur les différences interculturelles pouvant être présentes malgré le caractère universel de la musique. Enfin, les résultats de la présente étude peuvent être utile pour bonifier les outils d'intervention suivant l'exposition à un événement potentiellement traumatique. Même si la musique a joué un rôle primordial dans la reconstruction sociale et psychologique du Rwanda suite au génocide (d'Ardenne & Kiyendeye, 2015), les présents résultats soulèvent l'importance de demeurer prudent quant à l'effet sur la cognition à court terme.

Malgré la contribution scientifique de l'étude, elle présente certaines limites dont il faut tenir compte dans l'analyse des résultats. Une limite potentielle réfère au fait que la musique rwandaise, comparativement à la musique occidentale, contient des paroles. Toutefois, puisqu'une amélioration de la performance a aussi été objectivée chez le groupe contrôle ayant écouté un récit audio avec paroles, cela ne peut expliquer les différences observées. Il est néanmoins important de rappeler que la majorité des études occidentales démontrant un effet positif de la musique sur la performance cognitive utilise une musique classique, sans paroles. Une autre limite concerne le fait que la musique n'a généralement pas eu d'effet significatif sur le sentiment subjectif des participants en termes d'humeur et d'activation. Les études antérieures suggèrent que les effets bénéfiques de la musique sont liés à l'humeur et au niveau d'activation des participants (Husain et al., 2002; Koelsch, 2014). Dans notre étude, seuls les participants ayant écouté la musique rwandaise stimulante ont perçu un effet positif sur leur humeur. Une étude a toutefois démontré un effet bénéfique de la musique sur la performance en mémoire de travail sans observer de lien avec le niveau d'activation ni l'humeur, tels qu'évalués par les participants (Smith, Waters, & Jones, 2010). Les résultats de notre étude ne peuvent donc pas être rejetés simplement dû à l'absence d'effet sur le sentiment subjectif des participants.

La présente étude comprenait certains défis considérant notamment le contexte socioculturel dans lequel elle prenait place. La mise sur pied de cette étude a nécessité quelques ajustements afin d'être bien adaptée à un échantillon rwandais. Le contenu et le niveau de difficulté de la tâche cognitive ont été modifiés de ce qui est normalement

retrouvé dans la littérature afin de mieux correspondre au niveau d'éducation moyen de l'échantillon et limiter l'effet de nouveauté de ce type de tâche informatisée. Les directives à suivre ont été traduites en kinyarwanda avec l'aide de deux traducteurs indépendants. Un à deux assistants de recherche d'origine rwandaise étaient présents lors de la phase d'expérimentation afin d'aider au bon déroulement de l'étude et d'agir au besoin à titre de traducteur pour le participant. Puis, le fait que plusieurs participants effectuaient la tâche simultanément dans une même pièce (quatre à sept participants à la fois) a sollicité à multiples reprises les habiletés de gestion et d'organisation des assistants de recherche.

Malgré les défis rencontrés dans la recherche culturelle, la tenue de recherches futures est importante pour continuer de parfaire les connaissances scientifiques dans ce domaine d'étude. Il serait particulièrement intéressant d'investiguer les mécanismes derrière l'impact de la musique sur la performance cognitive. Des connaissances plus précises au sujet des processus cognitifs et émotionnels impliqués permettrait une meilleure compréhension de la relation entre musique et cognition selon les différents contextes socioculturels. Le rôle des ressources cognitives et la manière dont elles sont sollicitées dans l'écoute de musique de diverses formes devrait aussi être investigué. Pour ce faire, l'utilisation de musiques occidentale et non-occidentale équivalentes d'un point de vue technique (rythme du tempo, mode dans lequel la pièce musicale est jouée, présence ou absence de paroles) permettrait une comparaison plus juste et précise. L'utilisation d'une condition en silence comme groupe contrôle consentirait aussi à distinguer davantage les conditions expérimentales avec l'écoute de musique.

Aussi, il serait intéressant à l'avenir de suivre un devis expérimental incluant la présence d'une population contrôle occidentale de manière à comparer directement les performances entre occidentaux et non-occidentaux. Cette avenue de recherche est d'autant plus pertinente compte tenu de l'intérêt envers la généralisation potentielle des études faites auprès de populations occidentales dans des contextes socioculturels différents, soient non-occidentaux.

Bien que la tâche choisie pour notre étude ait été adaptée afin de mieux correspondre à l'échantillon visé (par exemple, utilisation d'images familières au lieu de lettres et de chiffres), il pourrait être d'autant plus propice d'utiliser une tâche cognitive plus écologique. Une tâche plus familière et concrètement rapprochée des activités cognitives rencontrées dans le quotidien des populations non-occidentales serait potentiellement plus représentative. Cela pourrait permettre un meilleur regard sur le lien entre musique et cognition dans un contexte socioculturel non-occidental.

De plus, il serait sans doute pertinent de documenter les habitudes musicales des participants à savoir si la place qu'occupe la musique dans le quotidien d'un participant peut influer sur l'effet attendu de la musique sur la performance cognitive. Des recherches antérieures font état de différences au niveau de divers processus cognitifs et émotionnels entre musiciens et non-musiciens (Schellenberg, 2005; Schellenberg & Weiss, 2013). Une étude a notamment démontré que le fait de suivre des leçons de musiques à l'enfance est associé à des bénéfices modestes, mais durables, sur le plan intellectuel (Schellenberg,

2005). Des bénéfices ont aussi été associés à la mémoire, particulièrement pour les stimuli auditifs (Schellenberg & Weiss, 2013). Les résultats sont cependant moins concluants pour la mémoire de stimuli visuels.

La musique n'est pas le seul facteur pouvant influencer positivement la performance cognitive. Un stimulus jugé agréable, comme le fait de recevoir un cadeau ou écouter un extrait vidéo drôle, peut avoir un effet positif en augmentant le niveau d'activation et en favorisant une humeur positive, ce qui entraîne une amélioration des performances dans diverses tâches (Thompson, Schellenberg, & Husain, 2001). Il serait intéressant de conduire une étude similaire en utilisant différents types de stimuli pouvant engendrer un effet positif aux plans de l'humeur et de l'activation chez les participants. Cela permettrait de distinguer d'une autre manière l'apport du ressenti subjectif des participants sur l'amélioration notée à la tâche cognitive.

Enfin, j'aimerais souligner à quel point ce fût une expérience enrichissante sur le plan professionnel, mais aussi sur le plan personnel. J'ai été particulièrement touchée par les échanges que j'ai eus avec les participants. Les récits racontés sont par moments inimaginables tellement ils font preuve de cruauté. Ce qui est toutefois remarquable, c'est la force intérieure qui émane des paroles et des gestes des individus qui ont été témoins d'un évènement potentiellement traumatisant. Leur détermination et leur force à trouver un sens à leur vie, à être bon et généreux envers leurs pairs, puis à pardonner, sont absolument inspirantes. Les impacts d'une atrocité humaine comme un génocide vont bien

au-delà de ce qu'on peut imaginer. Je suis reconnaissante pour l'opportunité d'avoir pu rencontrer des individus dont l'histoire est touchante et source de motivation à poursuivre ce type de recherche. Cette expérience m'a permis une meilleure compréhension de la souffrance et de la résilience humaines. Je suis encore en admiration devant la résilience dont les rwandais et les rwandaises font preuve.

En recherche, il est important de pousser les limites, de sortir de sa zone de confort et de faire preuve d'ambition. C'est ce type de projet de recherche qui élargit notre vision du monde dans lequel on vit. Je crois qu'on a tout à gagner à s'intéresser au passé d'un pays comme le Rwanda et à comment ce dernier influence aujourd'hui la vie psychologique de la population. La recherche en psychologie amène une meilleure compréhension des relations humaines. À mon avis, celle-ci bénéficie d'études comme celle-ci, car elle permet d'élargir notre compréhension de l'être humain, de ce qui définit nos pensées et nos comportements, au-delà de notre réalité à nous, occidentaux.

Références générales

- American Psychiatric Association. (2013). *DSM-5 : Diagnostic and statistical manual of mental disorders* (5^e éd.). Washington, DC: Authors.
- Aupperle, R. L., Melrose, A. J., Stein, M. B., & Paulus, M. P. (2002). Wireless security - What is out there? *Network Security*, 2002(5), 5-6. doi: 10.1016/j.neuropharm.2011.02.008
- Baddeley, A. (2000). The episodic buffer: A new component of working memory? *Trends in Cognitive Sciences*, 4(11), 417-423. doi: 10.1016/S1364-6613(00)01538-2
- Balkwill, L.-L., Thompson, W. F., & Matsunaga, R. (2004). Recognition of emotion in Japanese, Western, and Hindustani music by Japanese listeners. *Japanese Psychological Research*, 46(4), 337-349.
- Blanchette, I., & Caparos, S. (2016). Working memory function is linked to trauma exposure, independently of post-traumatic stress disorder symptoms. *Cognitive Neuropsychiatry*, 21(6), 494-509. doi: 10.1080/13546805.2016.1236015
- Blanchette, I., Rutembesa, E., Habimana, E., & Caparos, S. (2019). Long-term cognitive correlates of exposure to trauma : Evidence from Rwanda. *Psychological Trauma: Theory, Research, Practice, and Policy*, 11(2), 147-155. doi: 10.1037/tra0000388
- Blood, A. J., & Zatorre, R. J. (2001). Intensely pleasurable responses to music correlate with activity in brain regions implicated in reward and emotion. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 98(20), 11818-11823. doi: 10.1073/pnas.191355898
- Bourgeois-Guérin, É., & Rousseau, C. (2014). La survie comme don : réflexions entourant les enjeux de la vie suite au génocide chez des hommes rwandais. *L'Autre*, 15, 55-63.
- Brounéus, K. (2010). The trauma of truth telling: Effects of witnessing in the rwandan gacaca courts on psychological health. *Journal of Conflict Resolution*, 54(3), 408-437. doi: 10.1177/0022002709360322
- Bruner, G. C. (1990). Music, mood, and marketing. *Journal of Marketing*, (March), 94-104.
- Chabris, C. F. (1999). Prelude or requiem for the ' Mozart effect '? *Nature*, 400, 826-827.

- Chew, A. S. Q., Yu, Y. T., Chua, S. W., & Gan, S. K. E. (2016). The effects of familiarity and language of background music on working memory and language tasks in Singapore. *Psychology of Music*, 44(6), 1431-1438. doi: 10.1177/0305735616636209
- Chraif, M., Mitrofan, L., Golu, F., & Gâtej, E. (2014). The influence of relaxation music on abstract visual short term memory retrieval task at young students at psychology. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 127, 852-857. doi: 10.1016/j.sbspro.2014.03.367
- Cohen, A. J. (2001). Music as a source of emotion in film. Dans P. N. Juslin & J. A. Sloboda (Éds), *Music and émotion: Theory and research* (pp. 249-272). Oxford, Angleterre: Oxford University Press.
- Corrigall, K. A., & Schellenberg, E. G. (2013). Music: The language of emotion. Dans C. Mohiyeddini, M. Eysenck, & S. Bauer (Éds), *Handbook of psychology of emotions* (pp. 299-325). New York, NY: Nova.
- Curci, A., Lanciano, T., Soleti, E., & Rimé, B. (2013). Negative emotional experiences arouse rumination and affect working memory capacity. *Emotion*, 13(5), 867-880. doi: 10.1037/a0032492
- Dalla Bella, S., Peretz, I., Rousseau, L., & Gosselin, N. (2001). A developmental study of the affective value of tempo and mode in music. *Cognition*, 80(3), 1-10. doi: 10.1016/S0010-0277(00)00136-0
- d'Ardenne, P., & Kiyendeye, M. (2015). An initial exploration of the therapeutic impact of music on genocide orphans in Rwanda. *British Journal of Guidance and Counselling*, 43(5), 559-569. doi: 10.1080/03069885.2014.954237
- Demorest, S. M., Morrison, S. J., Beken, M. N., & Jungbluth, D. (2008). Lost in translation: An enculturation effect in music memory performance. *Music Perception*, 25(3), 213-223.
- DeNora, T. (2011). Music and mind in everyday life. *British Journal of Music Education*, 28(01), 106-108. doi: 10.1017/S0265051710000458
- DePrince, A. P., Weinzierl, K. M., & Combs, M. D. (2009). Executive function performance and trauma exposure in a community sample of children. *Child Abuse and Neglect*, 33(6), 353-361. doi: 10.1016/j.chab.2008.08.002
- Dyregrov, A., Gupta, L., Gjestad, R., & Mukanoheili, E. (2000). Trauma exposure and psychological reactions to genocide among Rwandan children. *Journal of Traumatic Stress*, 13(1), 3-21. doi: 10.1023/A:1007759112499

- El-Hage, W., Gaillard, P., Isingrini, M., & Belzung, C. (2006). Trauma-related deficits in working memory. *Cognitive Neuropsychiatry, 11*(1), 33-46. doi: 10.1080/13546800444000164
- Fernando, N., Egermann, H., Chuen, L., Kimbembé, B., & McAdams, S. (2014). Musique et émotion. Quand deux disciplines travaillent ensemble à mieux comprendre le comportement musical humain. *Anthropologie et Sociétés, 38*(1), 167-191.
- Fritz, T., Jentschke, S., Gosselin, N., Sammler, D., Peretz, I., Turner, R., ... Koelsch, S. (2009). Universal recognition of three basic emotions in music. *Current Biology, 19*, 1-4. doi: 10.1016/j.cub.2009.02.058
- Gazzaley, A., & Nobre, A. C. (2012). Top-down modulation: bridging selective attention and working memory. *Trends in Cognitive Sciences, 16*(2), 129-135. doi: 10.1016/j.tics.2011.11.014
- Gribenski, M. (2005). Musique et sciences cognitives. *Labyrinthe, 20*, 99-116. Repéré à <http://journals.openedition.org/labyrinthe/763>
- Habibi, A., & Damasio, A. (2014). Music, feelings, and the human brain. *Psychomusicology: Music, Mind, and Brain, 24*(1), 92-102. doi: 10.1037/pmu0000033
- Hargreaves, D. J. (2012). Musical imagination: Perception and production, beauty and creativity. *Psychology of Music, 40*(5), 539-557. doi: 10.1177/0305735612444893
- Hayes, J. P., LaBar, K. S., McCarthy, G., Selgrade, E., Nasser, J., Dolcos, F., & Morey, R. A. (2011). Reduced hippocampal and amygdala activity predicts memory distortions for trauma reminders in combat-related PTSD. *Journal of Psychiatric Research, 45*(5), 660-669. doi: 10.1016/j.jpsychires.2010.10.007
- Hetland, L. (2017). Listening to music enhances spatial-temporal reasoning: Evidence for the "Mozart Effect". *The Journal of Aesthetic Education, 34*(3), 105-148.
- Hevner, K. (1935). Expression in music: A discussion of experimental studies and theories. *Psychological Review, 42*(2), 186-204. doi: 10.1037/h0054832
- Hirokawa, E. (2004). Effects of music listening and relaxation instructions on arousal changes and the working memory task in older adults. *Journal of Music Therapy, 41*(2), 107-127. doi: 10.1093/jmt/41.2.107
- Honzel, N., Justus, T., & Swick, D. (2014). Posttraumatic stress disorder is associated with limited executive resources in a working memory task. *Cognitive, Affective and Behavioral Neuroscience, 14*(2), 792-804. doi: 10.3758/s13415-013-0219-x

- Hunter, P. G., Schellenberg, E. G., & Schimmack, U. (2010). Feelings and perceptions of happiness and sadness induced by music: Similarities, differences, and mixed emotions. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts*, 4(1), 47-56. doi: 10.1037/a0016873
- Husain, G., Thompson, W. F., & Schellenberg, E. G. (2002). Effects of musical tempo and mode on arousal, mood, and spatial abilities. *Music Perception*, 20(2), 151-171. doi: 10.1525/mp.2002.20.2.151
- Juslin, P. N., & Laukka, P. (2003). Communication of emotions in vocal expression and music performance: Different channels, same code? *Psychological Bulletin*, 129(5), 770-814. doi: 10.1037/0033-2909.129.5.770
- Juslin, P. N., & Sloboda, J. A. (2010). *Handbook of music and emotion: Theory, research, applications*. Oxford, UK: Oxford University Press.
- Juslin, P. N., & Västfjäll, D. (2008). Emotional responses to music : The need to consider underlying mechanisms. *Behavioral and Brain Sciences*, 31, 559-621.
- Kaplan, S. (2013). Child survivors of the 1994 Rwandan genocide and trauma-related affect. *Journal of Social Issues*, 69(1), 92-110. doi: 10.1111/josi.12005
- Kivy, P. (1989). *Sound sentiment: An essay on the musical emotions, including the complete text of the corded shell*. Philadelphia, PA: Temple University Press.
- Klein, K., & Boals, A. (2001). The relationship of life event stress and working memory capacity. *Applied Cognitive Psychology*, 15(5), 565-579. doi: 10.1002/acp.727
- Koelsch, S. (2014). Brain correlates of music-evoked emotions. *Nature Reviews Neuroscience*, 15(3), 170-180. doi: 10.1038/nrn3666
- Konecni, V. J. (2008). Does music induce emotion? A theoretical and methodological analysis. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts*, 2, 115-129.
- Koso, M., & Hansen, S. (2006). Executive function and memory in posttraumatic stress disorder: A study of Bosnian war veterans. *European Psychiatry*, 21(3), 167-173. doi: 10.1016/j.eurpsy.2005.06.004
- Larson, M. J., Gray, A. C., Clayson, P. E., Jones, R., & Kirwan, C. B. (2013). What are the influences of orthogonally-manipulated valence and arousal on performance monitoring processes ? The effects of affective state. *International Journal of Psychophysiology*, 87, 327-339. doi: 10.1016/j.ijpsycho.2013.01.005

- Laukka, P., Eerola, T., & Yamasaki, T. (2013). Universal and culture-specific factors in the recognition and performance of musical affect expressions. *Emotion*, 1-16. doi: 10.1037/a0031388
- Lundqvist, L. O., Carlsson, F., Hilmersson, P., & Juslin, P. N. (2009). Emotional responses to music: Experience, expression, and physiology. *Psychology of Music*, 37(1), 61-90. doi: 10.1177/0305735607086048
- Macdonald, R. A. R. (2013). Music, health, and well-being: A review. *International Journal of Qualitative Studies on Health and Well-being*, 8, 1-14.
- Mammarella, N., Fairfield, B., & Cornoldi, C. (2007). Does music enhance cognitive performance in healthy older adults? The Vivaldi effect. *Aging Clinical and Experimental Research*, 19(5), 394-399. doi: 10.1007/BF03324720
- Menon, V., & Levitin, D. J. (2005). The rewards of music listening: Response and physiological connectivity of the mesolimbic system. *NeuroImage*, 28, 175-184. doi: 10.1016/j.neuroimage.2005.05.053
- Mutabaruka, J., Séjourné, N., Bui, E., Birmes, P., & Chabrol, H. (2012). Traumatic grief and traumatic stress in survivors 12 years after the genocide in Rwanda. *Stress and Health*, 28(4), 289-296. doi: 10.1002/smj.1429
- Nantais, K. M., & Schellenberg E, G. (1999). The Mozart effect: An artifact of preference. *Psychological Science*, 10(2), 370-373.
- Neugebauer, R., Fisher, P. W., Turner, J. B., Yamabe, S., Sarsfield, J. A., & Stehling-Ariza, T. (2009). Post-traumatic stress reactions among Rwandan children and adolescents in the early aftermath of genocide. *International Journal of Epidemiology*, 38(4), 1033-1045. doi: 10.1093/ije/dyn375
- Palmiero, M., Nori, R., Rogolino, C., D'amico, S., & Piccardi, L. (2016). Sex differences in visuospatial and navigational working memory: The role of mood induced by background music. *Experimental Brain Research*, 234(8), 2381-2389. doi: 10.1007/s00221-016-4643-3
- Paquette, S., Peretz, I., & Belin, P. (2013). The “Musical Emotional Bursts”: A validated set of musical affect bursts to investigate auditory affective processing. *Frontiers in Psychology*, 4, 1-7. doi: 10.3389/fpsyg.2013.00509
- Pearce, M., & Rohrmeier, M. (2012). Music cognition and the cognitive sciences. *Topics in Cognitive Science*, 4(4), 468-484. doi: 10.1111/j.1756-8765.2012.01226.x

- Peretz, I., & Lidji, P. (2006). Une perspective biologique sur la nature de la musique. *Revue de neuropsychologie*, 16(4), 335-386.
- Pham, P. N., Weinstein, H. M., & Longman, T. (2004). Trauma and PTSD symptoms in Rwanda. *Journal of the American Medical Association*, 292(17), 602-612. doi: 10.1001/jama.292.17.2082-a
- Philip, N. S., Sweet, L. H., Tyrka, A. R., Price, L. H., Carpenter, L. L., Kuras, Y. I., ... Niaura, R. S. (2013). Early life stress is associated with greater default network deactivation during working memory in healthy controls: A preliminary report. *Brain Imaging and Behavior*, 7(2), 204-212. doi: 10.1007/s11682-012-9216-x
- Pratt, N., Willoughby, A., & Swick, D. (2011). Effects of working memory load on visual selective attention: Behavioral and electrophysiological evidence. *Frontiers in Human Neuroscience*, 5(57), 1-9. doi: 10.3389/fnhum.2011.00057
- Rauscher, F. H., Shaw, G. L., & Ky, C. N. (1993). Music and spatial task performance. *Nature*, 365, 611. doi: 10.1038/365611a0
- Rauscher, F. H., Shaw, G. L., & Ky, K. N. (1995). Listening to Mozart enhances spatial-temporal reasoning: Towards a neurophysiological basis. *Neuroscience Letters*, 185, 44-47.
- Roy, M., Mailhot, J., Gosselin, N., Paquette, S., & Peretz, I. (2009). Modulation of the startle reflex by pleasant and unpleasant music. *International Journal of Psychophysiology*, 71, 37-42. doi: 10.1016/j.ijpsycho.2008.07.010
- Särkämö, T., Tervaniemi, M., Laitinen, S., Forsblom, A., Soinila, S., Mikkonen, M., ... Hietanen, M. (2008). Music listening enhances cognitive recovery and mood after middle cerebral artery stroke. *Brain*, 131(3), 866-876. doi: 10.1093/brain/awn013
- Schaal, S., Dusingizemungu, J. P., Jacob, N., Neuner, F., & Elbert, T. (2012). Associations between prolonged grief disorder, depression, posttraumatic stress disorder, and anxiety in Rwandan genocide survivors. *Death Studies*, 36(2), 97-117. doi: 10.1080/07481187.2011.573177
- Schellenberg, E. G. (2005). Music and cognitive abilities. *Current Directions in Psychological Science*, 14(6), 317-320. doi: 10.1111/j.0963-7214.2005.00389.x
- Schellenberg, E. G., Nakata, T., Hunter, P. G., & Tamoto, S. (2007). Exposure to music and cognitive performance: Tests of children and adults. *Psychology of Music*, 35(1), 5-19. doi: 10.1177/0305735607068885

- Schellenberg, E. G., & Weiss, M. W. (2013). Music and Cognitive Abilities. Dans D. Deutsch (Éd), *Psychology of Music* (pp. 499-550). Academic Press.
- Schweizer, S., & Dalgleish, T. (2011). Emotional working memory capacity in posttraumatic stress disorder (PTSD). *Behaviour Research and Therapy*, 49(8), 498-504. doi: 10.1016/j.brat.2011.05.007
- Segal, R. (2014). Beyond holocaust studies: Rethinking the holocaust in Hungary. *Journal of Genocide Research*, 16(1), 1-23. doi: 10.1080/14623528.2014.878111
- Sloboda, J. A., O'neill, S. A., & Ivaldi, A. (2001). Functions of music in everyday life: An exploratory study using the experience sampling method. *Musicae Scientiae*, 5(1), 9-32. doi: 10.1177/102986490100500102
- Smith, A., Waters, B., & Jones, H. (2010). Effects of prior exposure to office noise and music on aspects of working memory. *Noise and Health*, 12(49), 235-243. doi: 10.4103/1463-1741.70502
- Steele, K. M., Ball, T. N., & Runk, R. (1997). Listening to Mozart does not enhance backwards digit span performance. *Perceptual and Motor Skills*, 84(3c), 1179-1184.
- Stein, M. B., Kennedy, C. M., & Twamley, E. W. (2002). Neuropsychological function in female victims of intimate partner violence with and without posttraumatic stress disorder. *Biological Psychiatry*, 52(11), 1079-1088. doi: 10.1016/S0006-3223(02)01414-2
- Stevens, C. J. (2012). Music perception and cognition: A review of recent cross-cultural research. *Topics in Cognitive Science*, 4(4), 653-667. doi: 10.1111/j.1756-8765.2012.01215.x
- Sutton, C. J. C., & Lowis, M. J. (2008). The effect of musical mode on verbal and spatial task performance. *Creativity Research Journal*, 20(4), 420-426. doi: 10.1080/10400410802391884
- Teo, T., Hargreaves, D. J., & Lee, J. (2008). Musical preference, identification, and familiarity: A multicultural comparison of secondary students from Singapore and the United Kingdom. *Journal of Research in Music Education*, 56(1), 18-32.
- Thompson, W. F., Schellenberg, E. G., & Husain, G. (2001). Research Report arousal, mood, and the Mozart effect. *Psychological Science*, 12(3), 248-251.
- Thrasher, S. M., Dalgleish, T., & Yule, W. (1994). Information processing in post-traumatic stress disorder. *Behaviour Research and Therapy*, 32(2), 247-254.

- Van der Does, W. (2002). Different types of experimentally induced sad mood? *Behavior Therapy*, 33(4), 551-561. doi: 10.1016/S0005-7894(02)80016-8
- Webster, G. D., & Weir, C. G. (2005). Emotional responses to music: Interactive effects of mode, texture, and tempo. *Motivation and Emotion*, 29(1), 19-39. doi: 10.1007/s11031-005-4414-0
- Webster, G. D., & Weir, C. G. (2005). Emotional responses to music: Interactive effects of mode, texture, and tempo. *Motivation and Emotion*, 29(1), 19-39. doi: 10.1007/s11031-005-4414-0
- Westermann, R., Stahl, G., & Hesse, F. W. (1996). Relative effectiveness and validity of mood induction procedures: a meta analysis. *European Journal of Social Psychology*, 26, 557-580.
- Yehuda, R. (2002). Posttraumatic stress disorder. *The New England Journal of Medicine*, 346(2), 108-114.
- Zentner, M., Grandjean, D., & Scherer, K. R. (2008). Emotions evoked by the sound of music: Characterization, classification, and measurement. *Emotion*, 8(4), 494-521. doi: 10.1037/1528-3542.8.4.494