

Université de Montréal

Effet de la musique de fond sur le contrôle attentionnel chez les personnes âgées et les jeunes adultes

par Amélie Cloutier

Département de Psychologie
Faculté des Arts et des Sciences

Mémoire présenté en vue de l'obtention du grade
de maîtrise (M.Sc.) en psychologie

Août, 2019

©Amélie Cloutier, 2019

Résumé

Le vieillissement normal peut être accompagné par un déclin cognitif incluant une diminution du contrôle attentionnel, une fonction exécutive nous permettant de concentrer notre attention tout en inhibant les distractions. De plus, des études antérieures ont démontré que la musique de fond peut améliorer certaines fonctions exécutives, autant chez les jeunes que chez les personnes âgées. Sachant que le vieillissement normal est caractérisé par un déclin du contrôle attentionnel qui n'est pas observé chez leurs cadets, cette étude vise à explorer si l'effet de la musique de fond sur le contrôle attentionnel est le même chez les personnes âgées et les jeunes adultes. Pour ce faire, 19 personnes âgées (62 à 74 ans) ainsi que 21 jeunes adultes (20 à 32 ans) ont effectué la tâche flanker d'Eriksen, qui évalue le contrôle attentionnel, dans trois conditions : en écoutant de la musique de fond stimulante, relaxante et en silence. Comme attendu, les temps de réaction étaient plus lents pour les essais non congruents que pour les essais congruents. Cette différence, appelée l'effet flanker, était significativement plus grande sous la condition de musique relaxante comparativement aux deux autres conditions. De plus, l'effet flanker était le même dans les deux groupes d'âge. Pour conclure, la musique relaxante nuit au contrôle attentionnel des personnes âgées et des jeunes adultes, comparativement à la musique stimulante et au silence.

Mots clés : vieillissement normal, fonctions exécutives, contrôle attentionnel, musique de fond, émotions musicales

Abstract

Normal aging can be accompanied by a cognitive decline including a decrease in attentional control, an executive function allowing us to focus attention while inhibiting distractors. Also, previous studies demonstrated that background music can enhance some executive functions, both in young and older adults. Knowing that normal aging is characterised by a decline in attentional control that is not observed in their younger peers, this study aims to explore if the effect of background music on attentional control is the same in older and young adults. To do so, 19 older adults (62-74) as well as 21 young adults (20-32) performed the Eriksen's flanker task, evaluating attentional control, under the exposition of three conditions: stimulating and relaxing music and silence. As expected, reaction time (RT) was slower for the incongruent trials and faster for the congruent ones. However, this difference, called the flanker effect, was significantly greater under the relaxing music condition compared to others, due to a combination of much slower RT in incongruent trials and faster RT in congruent ones. The flanker effect was the same in both age groups. In conclusion, relaxing music impairs attentional control of older and young adults compared to stimulating music and silence.

Keywords: normal aging, executive functions, attentional control, background music, musical emotions

Table des matières

Résumé	i
Abstract	ii
Table des matières	iii
Liste des tableaux	v
Liste des figures	vi
Liste des abréviations	vii
Remerciements	viii
Introduction	1
Le contrôle attentionnel et les autres fonctions exécutives.....	2
La mémoire de travail	2
La flexibilité mentale	3
L'inhibition.....	3
La tâche flanker d'Eriksen	5
Le déclin du contrôle attentionnel dans le vieillissement normal	6
La musique et les émotions.....	10
Les effets de la musique de fond sur les fonctions exécutives.....	12
Chez les jeunes adultes.....	12
Chez les personnes âgées	14
Objectifs et hypothèses	15
Article	17
Apports des différentes co-auteurs.....	18
Abstract	20
Introduction.....	21
Attentional control and flanker task.....	21
Attentional control decline in normal aging.....	22
Arousal and mood in music	23
Effect of background music on executive functions.....	25
Objectives and hypotheses	26
Method	27

Participants	27
Materials and stimuli.....	28
Flanker task	28
Musical stimuli	29
Musical stimuli evaluation	30
Procedure and equipment	31
Flanker task procedure.....	31
Experimental procedure and equipment	33
Data analysis.....	33
Results.....	34
Participants	34
Musical stimuli evaluation	35
Flanker task	37
Reaction time.....	37
Error rate	39
Discussion	41
Discussion générale	45
Jugements émotionnels des extraits musicaux	45
Performance à la tâche flanker	46
Temps de réaction.....	46
Taux d'erreurs	50
Limites et directions futures.....	51
Conclusion	52
Bibliographie	53

Liste des tableaux

Table 1. Liste des stimuli musicaux.....	30
Table 2. Comparaison entre les personnes âgées et les jeunes adultes sur les variables de regroupement.....	35

Liste des figures

Figure 1. Échelles visuelles analogues utilisées pour évaluer le niveau de valence, d'activation et de familiarité des extraits musicaux.....	31
Figure 2. Le déroulement d'un essai à la tâche flanker.....	32
Figure 3. Jugements d'activation et de valence.....	36
Figure 4. Échange vitesse-précision chez les personnes âgées.....	38
Figure 5. Interaction entre les conditions sonores et les conditions flanker	39
Figure 6. Interaction entre les conditions flanker et les groupes d'âge.....	40

Liste des abréviations

ANOVA	Analysis of variance
BAI	Beck Anxiety Inventory
BDI-II	Beck Depression Inventory II
BPM	Beats per minute
ER	Error rate
GAI	Geriatric Anxiety Inventory
GDS-SF	Geriatric Depression Scale Short Form
MMSE	Mini Mental State Examination
RT	Reaction time
TE	Taux d'erreurs
TR	Temps de réaction
VAS	Visual Analogue Scale

Remerciements

Je souhaite tout d'abord remercier chaleureusement ma directrice, Nathalie Gosselin, pour son soutien et son encadrement de qualité exceptionnelle. Merci de m'avoir poussée à toujours m'améliorer.

Un grand merci à Catherine Houde-Archambault, qui s'est révélée être une collègue et une coéquipière fantastique. Merci à Falco Enzler, Gabriel Pelletier et Naeem Komeilipoor pour l'aide si précieuse que vous nous avez apportée généreusement. Sans vous, l'expérience n'aurait pu se terminer dans les temps. Je tiens aussi à remercier Natalia Fernandez, Inès Gargasson, Éva Nadon, Diana Tat et Marie-Andrée Richard pour votre aide et vos judicieux conseils.

Un merci particulier à toute l'équipe (personnel de recherche, étudiant.es et professeur.es) du Laboratoire international de recherche sur le Cerveau, la Musique et le Son (BRAMS) qui m'a permis de progresser dans un environnement de travail stimulant.

Merci à Béatrice Bérubé, Roxane L'Écuyer, Camille Roberge et Cathy Lebeau pour votre écoute et votre compréhension. Nos soupers de filles m'ont vraiment permis de décrocher et de garder une bonne santé mentale.

Je remercie du fond du cœur mon mari, Gabriel Chartrand, pour tout l'amour, l'encouragement et le support moral qu'il m'a donné tout au long de mon cheminement. Merci de croire en moi et de faire ressortir le meilleur de moi-même. Finalement, je ne pourrais jamais assez remercier ma famille : Francine Labelle et Richard Cloutier, mes parents, ainsi que Roselyne Cloutier, ma sœur. Sans votre amour inconditionnel et votre soutien éternel, je n'aurais pu accomplir tout ce que j'ai fait.

Introduction

Il est dorénavant connu que le vieillissement normal peut être accompagné par un déclin cognitif non pathologique affectant entre autres les fonctions exécutives des personnes âgées (voir les revues de littérature suivantes : Buckner, 2004; Fjell et Walhovd, 2010). L'une de ces fonctions exécutives, appelée contrôle attentionnel, permet à la personne d'inhiber les distractions de l'environnement afin de concentrer son attention sur la tâche à effectuer (Diamond, 2013). La diminution de la capacité à contrôler son attention observée chez les personnes âgées joue un rôle clé dans le déclin cognitif normal (Buckner, 2004; Darowski, Helder, Zacks, Hasher et Hambrick, 2008; Gazzaley, Cooney, Rissman et D'esposito, 2005; Guerreiro, Murphy et Van Gerven, 2010; Hasher, Stoltzfus, Zacks et Rypma, 1991; Hasher et Zacks, 1988).

D'autre part, des études antérieures ont démontré que la musique de fond peut avoir des effets bénéfiques sur certaines fonctions exécutives, que ce soit chez les personnes âgées (Bottiroli, Rosi, Russo, Vecchi et Cavallini, 2014; Mammarella, Fairfield et Cornoldi, 2007; Thompson, Moulin, Hayre et Jones, 2005) ou chez les jeunes adultes (Darrow, Johnson, Agnew, Fuller et Uchisaka, 2006; Jefferies, Smilek, Eich et Enns, 2008; Rowe, Hirsh et Anderson, 2007). Cependant, d'autres études démontrent qu'au contraire, la musique de fond pourrait avoir des effets négatifs sur la performance exécutive chez les jeunes et les âgées (Reaves, Graham, Grahn, Rabannifard et Duarte, 2015; Shih, Huang et Chiang, 2012). Cette incohésion pourrait être due au fait que le caractère relaxant ou stimulant de la musique n'est pas systématiquement mesuré et pris en compte dans toutes les études. De plus, chez les personnes âgées, il est possible que la musique de fond soit une source de distraction supplémentaire les affectant plus que les

jeunes adultes et elle pourrait potentiellement nuire à leur contrôle attentionnel (Alain et Woods, 1999; Andrés, Parmentier et Escera, 2006; Guerreiro et al., 2010; Reaves et al., 2015; Salamé et Baddeley, 1989). Cette étude a donc pour objectif d'examiner si la musique de fond influence le contrôle attentionnel des personnes âgées et si cette influence se manifeste de la même façon que chez les jeunes adultes, compte tenu du déclin cognitif associé au vieillissement normal.

Le contrôle attentionnel et les autres fonctions exécutives

Selon la revue de littérature de Diamond (2013), les fonctions exécutives regroupent des processus mentaux de haut niveau nous permettant d'atteindre nos objectifs et de s'adapter à de nouvelles situations (Jurado et Rosselli, 2007), alors qu'il serait insuffisant ou impraticable d'agir de façon automatique ou en suivant son instinct (Burgess et Simons, 2005; Miller et Cohen, 2001). Par exemple, nous nous servons de nos fonctions exécutives lorsque nous devons planifier notre trajet vers une nouvelle destination, ou lorsqu'un détour s'impose en raison d'un chantier de construction. D'un autre côté, le fait de se rendre tout droit à la maison au lieu d'aller à la destination prévue témoignerait d'un relâchement des fonctions exécutives. Dans des situations comme celle-ci, nous agissons par automatisme et nos habitudes prennent le dessus.

Les fonctions exécutives peuvent être divisées en trois composantes principales, soit l'inhibition, la mémoire de travail et la flexibilité mentale (Miyake et al., 2000). Ces trois fonctions exécutives de base se distinguent facilement les unes des autres puisqu'elles se rapportent de manière différente à des tâches distinctives et ne sont que modérément corrélées entre elles (Miyake et Friedman, 2012; Miyake et al., 2000).

La mémoire de travail. La mémoire de travail nous permet d'encoder et de manipuler mentalement jusqu'à environ cinq items, comme des chiffres ou une liste de mots (Baddeley,

1992; Baddeley et Hitch, 1994; Baddeley, 2010). Ces informations peuvent être d'ordre verbal ou visuo-spatial et peuvent être maintenues en mémoire de travail tant et aussi longtemps qu'elles sont activement manipulées (Baddeley et Hitch, 1994). En plus d'encoder les informations nécessaires à l'exécution d'une tâche, la mémoire de travail permet aussi la mise à jour de son contenu lorsque de nouvelles informations plus pertinentes sont présentées (Morris et Jones, 1990). La mémoire de travail nous permet par exemple de séquencer dans l'ordre numérique une série de chiffres présentée dans le désordre (ce qu'on appelle une tâche d'empan de chiffres). Ainsi, la mémoire de travail se distingue de la mémoire à court terme pour laquelle les informations ne sont emmagasinées que de façon passive, sans les manipuler (Diamond, 2013).

La flexibilité mentale. La flexibilité mentale nous permet de changer la perspective spatiale des objets que nous voyons, de changer notre façon de penser pour ainsi résoudre des problèmes et de s'adapter à des changements de demandes ou de règles (Diamond, 2013). Une tâche fréquemment utilisée afin d'évaluer la flexibilité mentale est la tâche de fluence verbale (Diamond, 2013). Cette tâche consiste à générer le plus grand nombre de mots possible commençant par la même lettre (fluence phonémique) ou appartenant à une même catégorie (i.e. des vêtements ou des animaux). La troisième condition consiste à alterner entre deux catégories (i.e. fruits et meubles) et permet l'évaluation spécifique de la flexibilité mentale (Baldo, Shimamura, Delis, Kramer et Kaplan, 2001).

L'inhibition. L'inhibition, ou contrôle inhibitoire, nous permet de contrôler notre attention, nos pensées, nos comportements et nos émotions, tout en filtrant les différentes sources de distractions pouvant provenir de soi-même ou de l'environnement extérieur

(Diamond, 2013). Il est donc possible de distinguer deux aspects du contrôle inhibitoire, soit le contrôle de soi et le contrôle attentionnel.

Le contrôle de soi, se situant au niveau cognitif, nous permet d'inhiber les pensées intrusives non pertinentes à l'objectif en cours et d'empêcher la production d'une réponse inexacte ou d'un comportement inapproprié (Diamond, 2013; Miyake et al., 2000). La tâche *Go/No Go* (Nosek et Banaji, 2001) est très souvent utilisée dans la littérature afin d'évaluer cette fonction exécutive. Dans cette tâche, deux types de stimuli sont présentés, l'un apparaissant dans la majorité des essais et pour lequel il faut répondre (*Go*), l'autre apparaissant plus rarement et pour lequel il faut se retenir de répondre (*No Go*).

Le contrôle attentionnel, quant à lui, se situe plutôt au niveau perceptif et nous permet de concentrer notre attention sur un objet particulier tout en inhibant les distractions de l'environnement qui attirent involontairement notre attention (Diamond, 2013). Concrètement, le contrôle attentionnel nous permet de se concentrer sur le discours de notre interlocuteur tout en ignorant les bruits ambiants et les autres conversations dans un bar. C'est ce que l'on nomme communément *l'effet cocktail classique*. Dans la littérature, les termes *attention sélective* et *contrôle exécutif* sont aussi utilisés pour désigner cette fonction exécutive. Par ailleurs, la présente étude se consacre à l'exploration du contrôle attentionnel en particulier, puisque le dysfonctionnement de cette fonction joue un rôle important dans le déclin cognitif associé au vieillissement normal (Buckner, 2004).

En outre, l'inhibition est nécessaire au bon fonctionnement de la mémoire de travail. En effet, afin de pouvoir garder et manipuler des informations en mémoire, il est essentiel de pouvoir concentrer son attention sur les informations pertinentes et d'inhiber celles qui ne le

sont pas (Conway et Engle, 1994; Diamond, 2013). De la même façon, la mémoire de travail est essentielle au bon fonctionnement de l'inhibition, car il est nécessaire de garder notre objectif en tête afin de savoir quelles informations méritent notre attention et lesquelles ne la méritent pas (Diamond, 2013). La flexibilité mentale dépend à son tour de l'inhibition et de la mémoire de travail, car pour changer notre point de vue, il est primordial d'inhiber nos anciennes perspectives et de garder en mémoire de travail la nouvelle (Diamond, 2013). Ainsi, l'inhibition est une fonction exécutive importante pouvant influencer les deux autres. D'ailleurs, le développement premier de l'inhibition est essentiel au développement subséquent des deux autres fonctions exécutives, ce qui démontre bien l'importance de l'inhibition (Davidson, Amso, Anderson et Diamond, 2006). Ce n'est donc pas pour rien que plusieurs tâches ont été conçues afin d'évaluer le contrôle attentionnel, dont la tâche flanker d'Eriksen (Eriksen et Eriksen, 1974) qui est l'une des plus utilisées dans la littérature.

La tâche flanker d'Eriksen

La tâche flanker d'Eriksen (Eriksen et Eriksen, 1974) est reconnue depuis longtemps pour son efficacité dans l'évaluation du contrôle attentionnel (Kok, 1999). La version fléchée de cette tâche consiste en la présentation d'une série de cinq flèches (< < < < <) pour laquelle les participants doivent indiquer dans quelle direction pointe la flèche centrale (la flèche cible) et ce, le plus rapidement et précisément possible. La flèche cible est entourée de quatre autres flèches appelées les *flankers*, deux de chaque côté, qui sont soit non congruentes (< < > < <), soit congruentes (< < < < <) avec la réponse à donner.

De façon générale, trois variables dépendantes peuvent être extraites de la performance à la tâche flanker. D'abord, le taux d'erreur (TE), exprimé en pourcentage, peut être calculé

séparément pour les essais congruents et non congruents (Eriksen et Eriksen, 1974). Puis, le temps de réaction (TR), peut être calculé pour chacun des essais réussis et séparément pour les essais congruents et non congruents (Eriksen et Eriksen, 1974). Finalement, l'effet flanker est aussi calculé (Kawai, Kubo-Kawai, Kubo, Terazawa et Masataka, 2012; Salthouse, 2010). Cette variable est obtenue en soustrayant la moyenne des TR pour les essais congruents de la moyenne des TR pour les essais non congruents. Nous obtenons ainsi le TR propre au processus de contrôle attentionnel, sans tenir compte de celui associé à la vitesse de traitement de l'information. Ainsi, la condition non congruente engendre un temps de réaction (TR) plus lent que la condition congruente, dû à l'effet de distraction des flèches entourant la cible et pointant dans la direction opposée. Le contrôle attentionnel est donc nécessaire afin d'inhiber les *flankers* et de concentrer notre attention sur la flèche cible pour bien performer à la tâche. Un TR rapide et un faible TE pour les essais non congruents, ainsi qu'un petit effet flanker représenteraient un contrôle attentionnel efficace et une bonne performance à la tâche flanker.

Le déclin du contrôle attentionnel dans le vieillissement normal

Une revue effectuée par Buckner (2004) indique que le vieillissement normal est caractérisé par un déclin des fonctions exécutives et plus particulièrement du contrôle attentionnel. Également, il a été démontré que les personnes âgées sont plus sensibles aux distractions tant visuelles qu'auditives et qu'elles ont plus de difficultés à les inhiber que les jeunes adultes, ce qui serait un facteur important dans ce déclin cognitif (Alain et Woods, 1999; Barr et Giambra, 1990; Darowski et al., 2008; Gazzaley et al., 2005; Hasher et Zacks, 1988). En effet, selon le modèle théorique proposé par Hasher et Zacks (1988), les personnes âgées manifestent d'abord et surtout un déficit dans le contrôle attentionnel, ce qui cause une mauvaise

inhibition des informations non pertinentes à l'objectif. S'ensuit alors l'entrée de ces informations dans la mémoire de travail, ce qui affecte par le fait même la performance mnésique des personnes âgées. Ce modèle est consistant avec le modèle des fonctions exécutives selon lequel un contrôle inhibitoire efficient est primordial au bon fonctionnement de la mémoire de travail (Diamond, 2013).

Par ailleurs, des études ont démontré que, comparativement aux jeunes adultes, les personnes âgées sont plus affectées par les distracteurs dans la tâche flanker, leur TR s'en retrouvant ainsi ralenti (Salthouse, 2010; Zeef, Sonke, Kok, Buiten et Kenemans, 1996) et leur TE augmenté (Mathewson, Dywan et Segalowitz, 2005). D'un autre côté, des études indiquent que certaines personnes âgées adoptent des comportements de compensation afin de pouvoir réaliser la tâche en faisant le moins d'erreurs possible (Hsieh et Fang, 2012; Hsieh et Lin, 2014; Wild-Wall, Falkenstein et Hohnsbein, 2008). En effet, dans ces études, les personnes âgées font moins d'erreurs à la tâche flanker que les jeunes adultes, mais au prix d'un TR significativement plus lent. Ce phénomène, communément appelé l'échange vitesse-précision (*speed-accuracy trade-off* en anglais), s'observe alors que les mêmes instructions (c'est-à-dire répondre le plus rapidement possible en faisant le moins d'erreurs possible) sont données aux deux groupes d'âge.

Des études ont démontré que la taille des flèches (Maylor et Lavie, 1998), ainsi que la grandeur de l'espace les séparant (Zeef et al., 1996) sont des paramètres susceptibles d'affecter la performance des personnes âgées. Ainsi, il a été observé qu'à une distance inter-stimuli de $0,93^\circ$ d'angle visuel et plus, la différence de performance entre les personnes âgées et les jeunes adultes s'estompe (Zeef et al., 1996). Une autre étude a démontré le même effet avec la grandeur

des flèches, de sorte que plus les flèches étaient petites, plus il y avait un effet d'âge, et plus les flèches étaient grosses, moins la différence entre jeunes et âgées était marquée (Maylor et Lavie, 1998). De plus, une étude menée par Hsieh et Lin (2014) a permis de confirmer que des stimuli de $0,86^\circ$ d'angle visuel de largeur et de $1,03^\circ$ de hauteur permettaient d'observer un effet d'âge dans la tâche flanker.

Il est possible d'affirmer que le déclin cognitif associé au vieillissement normal est non pathologique, car il diffère de celui associé aux démences tel que l'Alzheimer, tant au niveau comportemental qu'au niveau neurologique (Buckner, 2004; Fjell et Walhovd, 2010). En effet, les fonctions touchées, le niveau de progression, ainsi que les changements cérébraux structuraux et fonctionnels diffèrent considérablement entre les deux types de déclin cognitif (Albert, 1997; Hedden et Gabrieli, 2004). On note entre autres une distinction entre le déclin des fonctions exécutives tel que le contrôle attentionnel dans le vieillissement normal (associé à des changements dans les circuits frontaux-striataux du cerveau) et le déclin de la mémoire déclarative à long terme dans le vieillissement pathologique (associé à des changements dans les lobes temporaux médians) (Hedden et Gabrieli, 2004).

Les difficultés d'inhibition chez les personnes âgées ne s'observent pas uniquement lorsque celles-ci accomplissent une seule tâche mesurant le contrôle attentionnel. En effet, une méta-analyse effectuée par Guerreiro et al. (2010) a démontré que l'ajout d'un stimulus visuel ou auditif à l'exécution d'une tâche d'attention visuelle diminue plus la performance des personnes âgées que celles des jeunes adultes et ce, même s'ils devaient ignorer le stimulus non pertinent. Cependant, l'effet négatif de cette stimulation additionnelle est beaucoup plus important lorsque le stimulus non pertinent et la tâche sont dans la même modalité (c'est-à-dire

lorsque les deux sont visuels ou auditifs), et encore plus particulièrement lorsque la distraction est visuelle (Guerreiro et al., 2010).

À notre connaissance, seulement deux études ont démontré qu'un stimulus distracteur auditif pouvait pénaliser davantage les personnes âgées que les jeunes adultes dans la réalisation d'une tâche d'attention visuelle (Alain et Woods, 1999; Andrés et al., 2006). Dans l'étude menée par Andrés et al. (2006), des sons standards (représentant 80% des sons présentés) et des sons déviants (20%) étaient présentés avant chaque stimulus d'une tâche d'attention visuelle. Les résultats de cette étude indiquent que les TR des participants à la tâche étaient plus lents lorsqu'ils étaient précédés de sons déviants, et que cet effet était d'autant plus saillant chez les personnes âgées. Les auteurs en concluent que les personnes âgées sont plus affectées par les stimuli auditifs non pertinents en raison d'une distraction plus grande liée à l'âge. L'étude menée par Alain et Woods (1999), quant à elle, a démontré une différence électrophysiologique entre les jeunes et les âgés. Un paradigme d'*Oddball*, comme celui de l'étude menée par Andrés et al. (2006), était utilisé et les potentiels évoqués étaient mesurés à l'aide de l'électroencéphalographie. Les résultats n'ont démontré aucun effet d'âge dans la performance comportementale à la tâche, mais l'amplitude de la composante électrophysiologique N1 (provoquée par les sons déviants) était significativement plus grande chez les personnes âgées que chez les jeunes adultes. Ces études semblent indiquer que, même dans les cas où elles réussissent à bien performer à une tâche cognitive en contexte de distraction, les personnes âgées éprouvent tout de même plus de difficultés à inhiber les stimuli non pertinents que les jeunes adultes. Toutefois, il ne semble pas exister d'études examinant l'effet d'une distraction auditive ou d'une musique de fond sur la performance des personnes âgées à la tâche flanker d'Eriksen.

La musique et les émotions

La littérature scientifique abordant le thème de la musique de fond présente des résultats partagés quant à la direction de ses effets sur les fonctions cognitives. En effet, une méta-analyse effectuée par Kämpfe, Sedlmeier et Renkewitz (2010) a démontré que la musique de fond avait des effets parfois positifs et parfois négatifs sur la performance des jeunes adultes à diverses tâches cognitives (lecture, mathématiques, mémorisation et autres). Ces résultats contradictoires peuvent découler du fait que les répercussions émotionnelles de la musique sur les participants ne sont pas systématiquement mesurées et analysées. Il est donc possible que différentes musiques évoquant différentes émotions puissent avoir des effets distincts sur la cognition.

Une façon d'étudier et de classifier les émotions ressenties au quotidien réside dans le *Circumplex Model of Affect* proposé par Russell (1980). Ce modèle s'oppose à la théorie dite catégorielle selon laquelle les émotions de base (la joie, la tristesse, la colère, le dégoût, la surprise, le mépris et la peur), exprimées notamment par les expressions faciales, seraient traitées de façon indépendante (Ekman, 1992) et seraient facilement reconnaissables à travers plusieurs cultures (Ekman, 1989). Toutefois, selon le modèle de Russell, ces émotions de base ne seraient pas indépendantes les unes des autres et elles se distribueraient plutôt selon une échelle bidimensionnelle. L'un des axes représente le niveau d'activation physiologique, allant d'une activation très faible (correspondant alors à un état de relaxation) à une activation très élevée (correspondant alors à un état de stimulation). Le second axe représente la valence émotionnelle, allant de très désagréable (correspondant alors à des émotions négatives) à très agréable (correspondant alors à des émotions positives).

Des études suggèrent que les émotions suscitées par la musique ne font pas exception à ce modèle bidimensionnel (Trost, Ethofer, Zentner et Vuilleumier, 2011; Vieillard et al., 2008). Il a aussi été démontré que les différentes caractéristiques musicales sont associées à différentes émotions, ainsi qu'à différents niveaux d'activation et de valence émotionnelle (pour une revue de la littérature, voir Juslin et Laukka, 2004). Par exemple, un tempo rapide sera associé à un haut niveau d'activation, alors qu'un tempo lent sera associé à un bas niveau d'activation. De la même manière, une musique composée en mode majeur engendrera une valence et des émotions positives comme la joie, alors que le mode mineur engendrera plutôt une valence et des émotions négatives comme la tristesse.

De plus, une étude indique que les niveaux de valence et d'activation évoqués par la musique peuvent interagir entre eux (Salimpoor, Benovoy, Longo, Cooperstock et Zatorre, 2009). En effet, cette étude a démontré qu'une musique caractérisée par un haut niveau d'activation entraînait une évaluation encore plus positive de sa valence émotionnelle. De plus, le niveau de familiarité avec la musique (à quel point la personne connaît l'œuvre) peut avoir des répercussions sur la façon dont l'auditeur évaluera les niveaux d'activation et de valence émotionnelle (Van Den Bosch, Salimpoor et Zatorre, 2013). Il a été démontré que plus la personne est familière avec la musique, plus elle évalue le niveau d'activation comme étant élevé et la valence comme étant positive (Van Den Bosch et al., 2013).

Outre l'interaction entre ces dimensions dans les émotions musicales, les niveaux d'activation et de valence semblent aussi affecter la performance cognitive. En effet, selon l'*Arousal-Mood Theory*, une musique présentée avant l'exécution d'une tâche cognitive pourrait aider la performance à la dite tâche, si les émotions évoquées par la musique sont caractérisées

par un haut niveau d'activation (i.e., stimulante) et une valence émotionnelle positive ou agréable (Thompson, Schellenberg et Husain, 2001). Ainsi, une musique à tempo rapide et stimulante, composée en mode majeur, évoquant la joie et agréable à écouter, serait la candidate idéale afin d'améliorer la performance cognitive. Des études indiquent que cet effet pourrait aussi s'appliquer à la musique de fond, c'est-à-dire lorsqu'elle est présentée pendant que la personne effectue la tâche cognitive (Bottiroli et al., 2014; Burkhard, Elmer, Kara, Brauchli et Jäncke, 2018; Jefferies et al., 2008; Jiang, Scolaro, Bailey et Chen, 2011; Mammarella et al., 2007; Rowe et al., 2007; Shih, Chien et Chiang, 2016).

Les effets de la musique de fond sur les fonctions exécutives

La musique accompagne plusieurs de nos activités quotidiennes, même lors de l'accomplissement de tâches de nature exécutive, tel que l'accomplissement de travaux scolaires ou la conduite automobile (North, Hargreaves et Hargreaves, 2004). De plus, de nombreuses personnes rapportent que la musique de fond leur permet de se concentrer et de se motiver, et qu'elles l'utilisent afin de moduler leur humeur et leurs émotions (Krause, North et Hewitt, 2015; North et al., 2004). L'omniprésence de la musique dans notre quotidien soulève donc de nombreux questionnements quant à ses répercussions sur les fonctions exécutives, que ce soit chez les jeunes adultes ou chez les personnes âgées.

Chez les jeunes adultes. Peu d'études ont exploré l'effet de la musique de fond sur le contrôle inhibitoire des jeunes adultes et encore une fois, la direction des effets rapportés varie. Selon une étude menée par Darrow et ses collègues (2006), la musique de fond choisie par les participants eux-mêmes permet d'améliorer leur performance à une tâche d'attention sélective (Brickenkamp et Zillmer, 1998), comparativement à une condition de silence. Cependant, les

niveaux d'activation et de valence des musiques de cette étude n'étaient pas évalués. En outre, une étude indique que des musiques relaxantes et stimulantes n'ont aucun effet sur la performance des jeunes adultes à la tâche *Go/No Go* (Nosek et Banaji, 2001), comparativement à une condition silencieuse (Burkhard et al., 2018). De plus, il a été démontré que, contrairement à des musiques évoquant le calme, la joie et l'anxiété, de la musique évoquant la tristesse pouvait améliorer le contrôle attentionnel des jeunes adultes, tel que mesuré par la tâche *Attentional Blink Task* (Jefferies et al., 2008; Shapiro, Raymond et Arnell, 1997). Dans cette tâche, des chiffres et des lettres sont présentées de façon séquentielle et la personne doit ignorer les chiffres et se concentrer sur les lettres afin de bien les identifier à l'aide des touches correspondantes sur le clavier. Finalement, dans l'étude menée par Rowe et ses collègues (2007), différentes pièces musicales et un livre audio ont été utilisés afin d'induire des affects émotionnels positifs, négatifs et neutres aux participants pendant qu'ils accomplissaient la version lettrée de la tâche flanker (NNNNN ou HHNHH). Les résultats de cette étude indiquent que les TR à la tâche étaient significativement plus lents et que l'effet flanker (i.e. TR des essais non congruents moins le TR des essais congruents) était plus grand dans la condition d'affect positif comparativement aux deux autres conditions. Les auteurs en concluent que la musique à valence émotionnelle positive nuit à la performance à la tâche flanker chez les jeunes adultes.

En somme, la littérature indique que la musique de fond peut soit n'avoir aucun effet sur l'inhibition, soit la favoriser. En ce qui a trait au contrôle attentionnel, la musique de fond à valence émotionnelle positive ou négative semble aider la performance des jeunes adultes. Cependant, ces études ne permettent pas de déterminer quel est l'effet de différents niveaux d'activation sur le contrôle attentionnel. Toutefois, selon *l'Arousal-Mood Theory*, la musique stimulante favoriserait plus le contrôle attentionnel que la musique relaxante. Il est aussi

important de noter que chaque étude a utilisé différents tests cognitifs (*Go/No-Go*, *Attentionnal Blink Task*, version lettrée de la tâche flanker) ainsi que des musiques évoquant différentes émotions, et que les niveaux d'activation n'étaient pas toujours évalués et contrôlés.

Chez les personnes âgées. Jusqu'à présent, aucune étude ne semble avoir évalué l'effet de la musique de fond sur le contrôle attentionnel chez les personnes âgées. Toutefois, quelques études ont été faites sur l'effet de la musique de fond sur la mémoire de travail et la flexibilité mentale. Selon une étude menée par Bottiroli et ses collègues (2014), de la musique joyeuse et caractérisée par un tempo rapide a permis d'augmenter la vitesse de traitement des participants dans une tâche de fluence verbale phonémique, contrairement à de la musique triste et lente. Cette étude démontre donc qu'une musique stimulante et agréable permet l'amélioration de la flexibilité mentale chez les personnes âgées. Dans le même ordre d'idée, une autre étude constate qu'une musique classique joyeuse et stimulante peut aider à la performance à des tests de mémoire de travail (tâche d'empan de chiffres) et de fluence verbale, comparativement à un bruit blanc et au silence (Mammarella et al., 2007). De plus, selon Thompson et ses collègues (2005), une musique classique peut aussi aider à mieux performer dans une tâche de fluence verbale catégorielle, comparativement à une condition silencieuse. Mises ensembles, ces études semblent soutenir l'*Arousal-Mood Theory* selon laquelle la musique agréable et stimulante aiderait la performance cognitive. De plus, ces études démontrent que cette théorie peut aussi s'appliquer à la mémoire de travail et à la flexibilité cognitive, ainsi qu'aux personnes âgées et à la musique de fond.

En somme, la littérature scientifique étudiant le vieillissement normal s'enrichit de plus en plus et tend à démontrer qu'un déclin dans les capacités de contrôle attentionnel jouerait un

rôle important dans la vie des personnes âgées (Buckner, 2004). Puisque cette fonction est très importante et soutient le bon fonctionnement d'autres fonctions exécutives telles que la mémoire de travail et la flexibilité mentale (Conway et Engle, 1994; Davidson et al., 2006; Diamond, 2013), il est important de connaître les effets que plusieurs variables environnementales, telle que la musique de fond, peuvent avoir sur le contrôle attentionnel des personnes âgées. Sachant que la musique de fond peut avoir un effet positif sur certaines fonctions exécutives à tout âge de la vie et qu'elle est une avenue très peu coûteuse et agréable, elle serait possiblement un outil facile à utiliser pour améliorer le quotidien des personnes âgées. Cependant, la question demeure à savoir si la musique de fond affecterait l'efficacité du contrôle attentionnel de cette population de la même manière que les jeunes adultes. Enfin, sachant que le niveau d'activation de la musique peut avoir des répercussions considérables sur le fonctionnement exécutif, il est important d'étudier plus en profondeur cette caractéristique musicale.

Objectifs et hypothèses

L'objectif principal de cette étude est d'examiner si l'effet de la musique de fond sur le contrôle attentionnel des personnes âgées diffère des jeunes adultes. Elle vise plus précisément à explorer l'effet de différents niveaux d'activation (relaxant et stimulant) de la musique de fond sur la performance des participants à la tâche flanker d'Eriksen. Afin d'atteindre ces objectifs, l'effet de musiques stimulantes et agréables et de musiques relaxantes et très agréables seront comparés à une condition de base de silence. Les performances des personnes âgées et des jeunes adultes seront aussi comparées.

Il est prédit que, pour les deux groupes d'âge, les TR seront plus lents et le TE plus élevé pour les essais non congruents que pour les essais congruents. Il est aussi prédit qu'un échange

vitesse-précision sera observé pour les personnes âgées à la tâche flanker. Pour ce qui est de l'effet de la musique de fond chez les jeunes adultes, l'hypothèse émise est que les TR seront plus rapides et le TE plus bas sous la condition de musique stimulante et agréable comparativement aux deux autres conditions. Comme aucune étude n'a encore exploré l'effet de la musique de fond sur le contrôle attentionnel chez les personnes âgées, aucune hypothèse n'est émise quant aux effets de la musique sur leur performance à la tâche flanker pour cette population. Cependant, les études évaluant l'effet de la musique de fond sur les autres fonctions exécutives des personnes âgées (i.e. la mémoire de travail et la flexibilité mentale) suggèrent que la musique stimulante et agréable favoriserait un meilleur fonctionnement exécutif (Bottiroli et al., 2014; Mammarella et al., 2007; Thompson et al., 2005). D'un autre côté, les études portant sur le déclin du contrôle attentionnel dans le vieillissement normal suggèrent l'inverse, c'est-à-dire que la musique de fond nuirait à la performance des personnes âgées (Alain et Woods, 1999; Andrés et al., 2006; Buckner, 2004; Guerreiro et al., 2010). C'est donc pourquoi aucune hypothèse n'est émise à propos des personnes âgées.

Article

Apports des différentes co-auteurs

Amélie Cloutier a élaboré le cadre théorique et elle a formulé la question de recherche, les objectifs et les hypothèses. Elle a contribué à la mise en place du protocole de recherche et de la méthodologie. Elle a contribué à la collecte de données, a effectué les analyses statistiques et rédiger l'article.

Catherine Houde-Archambault a contribué à la mise en place du protocole de recherche et de la méthodologie. Elle a contribué à la collecte de données et a lu et révisé l'article.

Natalia Fernandez, Ph.D., a contribué à la mise en place des paramètres de la tâche flanker. Elle a lu et révisé l'article.

Dre Nathalie Gosselin, Ph.D., a contribué à l'élaboration du cadre théorique, à la formulation de la question de recherche, des objectifs et des hypothèses. Elle a encadré et supervisé le protocole de recherche, la collecte et l'analyse de données, ainsi que la rédaction de l'article.

Effect of background music on attentional control in older and younger adults

Amélie Cloutier, B.Sc.^{1,2,3}, Catherine Houde-Archambault, B.Sc.^{1,2,3}, Natalia B. Fernandez,
Ph.D.^{4,5} and Nathalie Gosselin, Ph.D.^{1,2,3}

1. Laboratoire de recherche sur la musique, les émotions et la cognition (MUSEC)

2. International Laboratory for Brain, Music and Sound Research (BRAMS)

3. Department of Psychology, University of Montreal

4. Laboratory of Behavioral Neurology and Imaging of Cognition, Dept. of Neurosciences,
University Medical Center, University of Geneva, Switzerland

5. Swiss Center for Affective Sciences, University of Geneva, Switzerland

Corresponding author:

Amélie Cloutier, B.Sc.

Department of Psychology

University of Montreal

2900 Blvd Édouard-Montpetit

Montreal, Quebec

Canada, H3T 1J4

Email: amelie.cloutier.1@umontreal.ca

Abstract

Normal aging can be accompanied by a cognitive decline including a decrease in attentional control, an executive function allowing us to focus attention while inhibiting distractors. Also, previous studies demonstrated that background music can enhance some executive functions, both in young and older adults. Knowing that normal aging is characterised by a decline in attentional control that is not observed in their younger peers, this study aims to explore if the effect of background music on attentional control is the same in older and young adults. To do so, 19 older adults (62-74) as well as 21 young adults (20-32) performed the Eriksen's flanker, evaluating attentional control, task under the exposition of three conditions: stimulating and relaxing music and silence. As expected, reaction time (RT) was slower for the incongruent trials and faster for the congruent ones. However, this difference, called the flanker effect, was significantly greater under the relaxing music condition compared to others, due to a combination of much slower RT in incongruent trials and faster RT in congruent ones. The flanker effect was the same in both age groups. In conclusion, relaxing music impairs attentional control of older and young adults compared to stimulating music and silence.

Keywords: normal aging, executive functions, attentional control, background music, musical emotions

Introduction

Normal aging can be accompanied by a decline that affects among others the executive functions of older adults and in which attentional control plays a key role (Buckner, 2004; Darowski, Helder, Zacks, Hasher, & Hambrick, 2008; Gazzaley, Cooney, Rissman, & D'esposito, 2005; Guerreiro, Murphy, & Van Gerven, 2010; Hasher, Stoltzfus, Zacks, & Rypma, 1991; Hasher et Zacks, 1988). On another side, studies showed that background music can enhance some executive functions in young adults (Cassidy & MacDonald, 2007; Cockerton, Moore & Norman, 1997; Husain, Thompson & Schellenberg, 2002; Nguyen & Grahn, 2017; Schellenberg, Nakata, Hunter & Tamoto, 2007; Thompson, Schellenberg, & Husain, 2001), as well as in older adults (Bottiroli, Rossi, Russo, Vecchi, & Cavallni, 2004; Mammarella, Fairfield, & Cornoldi, 2007; Thompson, Moulin, Hayre, & Jones, 2005). However, considering the cognitive decline in normal aging, it is possible that background music can have a different effect on attentional control performance of older adults compared to young adults. The general aim of this study is to explore the age-related differential effect of background music on attentional control in older and younger adults.

Attentional control and flanker task

Attentional control is an executive function allowing the person to control his attention so that it is focused on a central stimulus while inhibiting distractions from the environment (Diamond, 2013; Theeuwes, 2010). This executive function enables us, for example, to focus our attention on the voice of our interlocutor while inhibiting the voices of other people in a cocktail party. Attentional control is one of the two aspects defining inhibition (also called inhibitory control) together with self-control, the latter being the ability to focus attention on a

particular stimulus while inhibiting distractions from ourselves (e.g. automatic reaction or answer) (Diamond, 2013). In the literature, selective attention is often used instead of attentional control.

The most frequently used tool to measure and investigate attentional control is Eriksen's flanker task (Eriksen & Eriksen, 1974). In the arrow version of the task, participants have to focus their attention on the central stimulus while inhibiting the flanking stimuli in order to indicate in which direction it points, as quickly and accurately as possible. The flankers are either congruent (<<<<<) or incongruent (<<><<) with the answer to give. Therefore, the incongruent trials will generate slower reaction times (RT) as well as a higher error rate (ER) compared to the congruent trials, because of the distracting effect of the flankers pointing in the opposite direction.

Attentional control decline in normal aging

Normal aging is characterised by a decline in executive functions and particularly in the capacity to control attention (Buckner, 2004). An important factor in this normal cognitive decline is that healthy older adults seem to be more sensitive to distractors and to have more difficulties to inhibit those compared to young adults, thus affecting other executive functions like working memory (Darowski et al., 2008; Gazzaley et al., 2005; Hasher et al., 1991; Hasher & Zacks, 1988). Indeed, this normal decline can be observed in their performance at the flanker task, as demonstrated by their slower RT when compared to younger adults (Salthouse, 2010; Zeef, Sonke, Kok, Buiten, & Kenemans, 1996). Also, a speed-accuracy trade-off can be observed in older adults' performance at the flanker task (Hsieh & Fang, 2012; Hsieh & Lin,

2014; Wild-Wall, Falkenstein, & Hohnsbein, 2008). This means that, compared to younger adults, older adults make fewer errors but present slower reaction times.

Moreover, a meta-analysis showed that the addition of a visual or auditory stimulation to a visual attention task penalize more older adults than young adults, even if participants were told to ignore the distraction (Guerreiro et al., 2010). As for the addition of an auditory stimulus to a visual attention task, two studies demonstrate an age-related distraction effect. Indeed, the studies conducted by Alain and Woods (1999) and by Andrés, Parmentier and Escera (2006) demonstrate that the addition of irrelevant sounds (basic tones) to a visual discrimination task impairs more older adults than young adults in their response RT, as well as in the amplitude of their electrophysiological components. In such manner, the addition of a second stimulation to the completion of a visual task could potentially generate more difficulties in the inhibition of distractions for older adults than for young adults. However, no study seems to have examined the effect of irrelevant sounds or music on the performance at the flanker task in older adults.

Arousal and mood in music

Music is omnipresent in our daily lives, even during the execution of cognitive tasks that request to focus attention and it can significantly impact the listener's mood, emotions, concentration and motivation (Krause, North, & Hewitt, 2015; North, Hargreaves, & Hargreaves, 2004). However, the literature about the effect of background music on cognitive performance show heterogeneous results. Indeed, a meta-analysis showed that background music has sometimes beneficial, sometimes detrimental effects on a variety of cognitive functions (measured by different memory, reading and math tests) in healthy young adults (Kämpfe, Sedlmeier, & Renkewitz, 2010). One of the possible reasons why we observe such

contradictory results is that the emotional reaction to the music is not systematically measured and studied. Indeed, according to the *Arousal-Mood Theory*, a music presented before the task and characterised by a high level of arousal (i.e. stimulating music) and a high level of valence (i.e. pleasant music) would increase the arousal level of the listener and improve his mood and thereby enhance his cognitive performance (Thompson et al., 2001). Moreover, some studies demonstrated similar effect when the music was presented simultaneously with an executive task, including cognitive flexibility, inhibitory control and working memory (Bottiroli et al., 2014; Burkhard, Elmer, Kara, Brauchli, & Jäncke, 2018; Jefferies, Smilek, Eich, & Enns, 2008; Jiang, Scolaro, Bailey, & Chen, 2011; Mammarella et al., 2007; Rowe, Hirsh, & Anderson, 2007; Shih, Huang, & Chiang, 2016).

Also, it has been demonstrated that the different acoustic features of music are associated to different emotions and arousal and valence levels (for a review, see Juslin and Laukka, 2004). For example, a fast tempo will be associated to a high level of arousal, whereas a slow tempo will be associated to a low level of arousal. In the same manner, music composed in a major mode will be associated to a high level of valence and to positive emotions like joy, whereas the minor mode will be associated to a low level of valence and to negative emotions like sadness. Furthermore, a study demonstrated that valence and arousal interact in musical emotions (Salimpoor, Benevoy, Longo, Cooperstock, & Zatorre, 2009). Indeed, results from this study demonstrated that music with a higher level of arousal generated more pleasure in the listener. Moreover, the familiarity of the music (i.e. how well someone knows the musical piece) has been positively associated with the level of arousal and the pleasantness felt by the listener (Van Den Bosch, Salimpoor, & Zatorre, 2013).

Effect of background music on executive functions

Despite the numerous studies about the effect of background music on cognitive functions, even less is known about its effect on the two aspects of inhibition in young adults (e.g. attentional control and self-control). One study demonstrated that, compared to silence, personally chosen background music can enhance young adult's performance at the D2 Test of Attention (Brickenkamp & Zillmer, 1998), measuring selective attention (Darrow, Johnson, Agnew, Fuller, & Uchisaka, 2006). Using the attentional blink (AB) task (Shapiro, Raymond, & Arnell, 1997), which also measures selective attention, Jefferies et al. (2008) showed that a sad music can enhance selective attention compared to calm, happy and scary music. Also, it was recently demonstrated that relaxing and exciting music do not have any effect on young adult's self-control performance, as measured by the Go/NoGo Task (Nosek & Banaji, 2001), compared to a silent condition (Burkhard et al., 2018). Finally, using different musical pieces to induce positive and negative affect in young participants, a study demonstrated that the RT in the letter version of the flanker task is significantly slower when participants have a positive affect compared to a negative or neutral affect (Rowe et al., 2007). In this same study, the flanker effect (i.e. the difference in RT between congruent and incongruent trials) was larger under the positive affect condition compared to the other two conditions. Thus, according to this study, a background music characterised by a positive valence impairs attentional control performance of young adults.

Concerning older adults, there does not seem to be any studies exploring the effect of background music on attentional control precisely. However, some studies examined the effect of background music on other executive functions, like working memory and cognitive

flexibility. Indeed, a study demonstrated that, contrarily to a sad and slow music, a joyful and fast music enhanced the older adults' performance in a verbal fluency task, which measures cognitive flexibility (Bottiroli et al., 2014). Two other studies demonstrated that listening to classical background music can enhance working memory, verbal fluency and executive control compared to white noise and silent conditions (Mammarella et al., 2007; Thompson et al., 2005).

In summary, studies show that normal aging is accompanied by a cognitive decline affecting attentional control in particular. Also, it has been demonstrated that background music may or may not have a positive impact on different executive functions across age. However, there is a little paucity of investigations regarding the specific influence of the arousal levels (e.g. stimulating and relaxing) of background music on attentional control in older adults compared to young adults.

Objectives and hypotheses

The main objective of this study was to examine if there is an age-related differential effect of background music on attentional control in older adults compared to young adults. More specifically, the aim was to evaluate the impact of the arousal level (relaxing and stimulating) of background music on the participants' performance at the flanker task. To do this, the effect of stimulating and pleasant music and the effect of relaxing and very pleasant music will be compared to a condition of silence representing the base level performance.

It is predicted that for all participants, RT will be slower and ER will be higher for the incongruent trials of the task compared to the congruent trials. It is also predicted that older adults will show a speed-accuracy trade-off compared to young adults. Regarding the effect of background music, the hypotheses is that young adults will respond faster and will make less

errors under the stimulating music condition compared to relaxing music and silence conditions. As for older adults, knowing that there is no study examining the effect of background music on the various aspects of inhibition, including attentional control, there is no hypotheses concerning the effect of background music on their performance at the task.

Method

Participants

Twenty-three older adults (60-75) as well as 21 younger adults (18-35) took part in the experiment. They all provided informed consent and received financial compensation for their participation. They were all francophone Quebecer. All participants reported to have normal audition and normal or corrected visual acuity. None of them reported to have a diagnosed psychiatric, neurological or neurodevelopmental disorder.

Of the 23 older adults, two were excluded because they presented scores over the critical threshold in the Geriatric Anxiety Inventory (GAI) (Pachana et al., 2007) and the Geriatric Depression Scale – Short Form (GDS-SF) (Burke, Roccaforte, & Wengel, 1991). The critical threshold was set at 9/20 and over for the GAI (that would indicate a possible anxiety disorder) and it was set at 5/15 for the GDS-SF (that would indicate a possible depressive disorder). Of the older adults retained for the study, all of them had scores between 0 and 8 ($M = 2.05$, $SD = 2.59$) in the GAI, as well as between 0 and 3 for the GDS-SF ($M = 0.79$, $SD = 1.08$).

As for young adults, none of them presented scores over critical thresholds neither in the Beck Anxiety Inventory (BAI) (Beck & Steer, 1988) nor in the Beck Depression Inventory II (BDI-II) (Beck, Steer, & Brown, 1996). For the BAI, the critical threshold was set at 26/63 and

over. A score of 25/63 or less would represent a minimal, mild or moderate level of anxiety. Young adults had scores between 0 and 12 ($M = 4.36$, $SD = 3.83$). For the BDI-II, the critical threshold was set at 29/63 and over. A score of 28/63 or less would represent a minimal, mild or moderate level of depression. Young adults had scores between 0 and 20 ($M = 7.24$, $SD = 5.32$).

Moreover, all older adults completed the Mini Mental State Examination (MMSE) (Commenges et al., 1992; Folstein, Folstein, & McHugh, 1975) to ensure they did not have a cognitive impairment (e.g. Mild Cognitive Impairment). A critical threshold of 25/30 or more was used to accept the participant in the experiment (Folstein et al., 1975). The norms for French speaking Quebecers established by Hudon et al. (2009) were used to evaluate the risk of a cognitive impairment. According to this study, an abnormal score reflecting a pathological performance varies between 24 and 27, depending on the gender, the age and the number of years of schooling. In the present study, all the older adults had scores between 28 and 30 ($M = 29.26$, $SD = 0.73$). Thus, none of them presented a pathological performance at the MMSE.

Finally, another two older adults were excluded from the analysis because they presented extreme scores in their RT in the experimental task (beyond 3 standard deviations). None of the 21 younger adults were excluded. Therefore, a total of 19 older adults and 21 younger adults were selected for this study.

Materials and Stimuli

Flanker task. All participants performed the arrow version of Eriksen's flanker task (Eriksen & Eriksen, 1974). The participants were asked to focus their attention on the central arrow of a series of five in order to indicate, as quickly and accurately as possible, the direction

in which it points. The choice of size and spacing parameters of the arrows for this study was made according to the recommendations of the studies conducted by Hsieh and Lin (2014), Zeef et al. (1996) and Maylor and Lavie (1998). Therefore, each arrow measures 0.4° of visual angle vertically and 0.6° horizontally. The space between each of them measures 0.3° of visual angle. A viewing distance of 100 cm from the screen was used for this calculation and controlled for each participant before they started the task.

Musical stimuli. All participants performed the flanker task under the exposition of three conditions: in silence, while listening to stimulating and pleasant music (i.e., stimulating music condition) as well as to relaxing and very pleasant music (i.e., relaxing music condition). In order to be able to compare participants with each other and to control for musical style as well as for valence and arousal levels, all participants were exposed to the same musical excerpts (as reference, these studies also used the same musical material for all their participants: Bottiroli et al., 2014; Burkhard et al., 2018; Jefferies et al., 2008; Mammarella et al., 2007; Rowe et al., 2007; Thompson et al., 2005). Those were selected from the musical material of our laboratory by three expert researchers. An inter-judges agreement allowed to select the seven most stimulating, as well as the seven most relaxing musical excerpts (see Table 1). Excerpts were strategically chosen from the original pieces so that the arousal and valence levels, as well as the tempi were stable throughout the excerpt. Each excerpt lasted about 100 seconds in order to match the duration of each flanker task block. The stimulating musical excerpts had a mean tempo of 153.14 beats per minute (BPM) ($SD = 23.35$) while the relaxing musical excerpts had a mean tempo of 59.29 BPM ($SD = 11.34$). All the musical excerpts were instrumental, composed in a major mode and were chosen from the classical repertoire. All excerpts were normalized at peak value (90% of maximum amplitude) and logarithmic fade-in and fade-out

of 500 ms were added at the beginning and at the end of each of them, using Adobe Audition 3.0 software (Adobe Systems, Inc. San Jose, CA).

Stimulating music	
Composer	Title
Johann Sebastian Bach	Suite No.3 in D major, BWV 1068, Gigue
Antonín Dvořák	Slavonic Dances, Opus 46, No.1 in C major: Presto (Furiant)
Jakob Offenbach	Can Can Music
Amilcare Ponchielli	Dance of the Hours
Gioachino Rossini	William Tell Overture : Final
Johann Strauss	Thunder and Lightning Polka, Opus 324
Pyotr Ilyich Tchaïkovsky	The Nutcracker Suite, Russian Dance Trepak
Relaxing music	
Composer	Title
Johann Sebastian Bach	Orchestral Suite No.3 in D major, BWV 1068, Air (Air on G String)
Johann Sebastian Bach	Goldberg Variations, BWV 988, Aria Da Capo
Frédéric Chopin	Nocturne Opus 9, No.2
Claude Debussy	Suite Bergamasque, Clair de Lune
Charles Gounod	Ave Maria
Wolfgang Amadeus Mozart	Clarinet Concerto in A major, K.622, Adagio
Erik Satie	Gymnopédie No.1

Table 1. List of the musical stimuli.

Musical stimuli evaluation. After the execution of the flanker task, the participants listened to the beginning of all the 14 musical excerpts again in order to evaluate their valence, arousal and familiarity levels using Visual Analogue Scales (VAS) (see Figure 1). Participants were asked to listen carefully to the music as long as they needed and to evaluate how much it is pleasant or unpleasant to hear, how much the music is relaxing or stimulating and how much it is familiar or unfamiliar. They used the mouse in order to move the red cursor along the continuum and they clicked on the left button of the mouse to lock it at the position corresponding to their answer. For each VAS, the left end of the continuum corresponded to a

score of 0, whereas the right end corresponded to a score of 100. Thus, a high score on the valence dimension would mean that the musical excerpt is judged to be pleasant. In the same manner, a low score on the arousal dimension would mean that the musical excerpt is judged to be relaxing. Finally, an intermediate score on the familiarity dimension would mean that the participant is somewhat familiar with the musical excerpt.

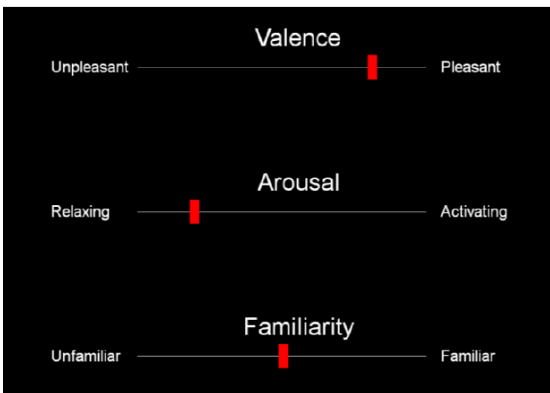


Figure 1. Visual Analogue Scales used to assess the level of valence, arousal and familiarity of the musical excerpts.

Procedure and equipment

Flanker task procedure. The course of a trial followed five steps (see Figure 2). At first, a fixation cross was presented in the center of the screen for 500 ms. After, one of the four possible arrays of arrows (congruent/right, congruent/left, incongruent/right or incongruent/left) was presented in the middle of the screen for a total duration of 250 ms. Then, the screen became totally black and the participants had a maximum of 2000 ms to give an answer. After the answer was given or the time limit was over, the screen remained black for 500 ms. Finally, the symbol “--” was presented in the middle of the screen during the inter-trial interval that varied between

850 and 950 ms. Depending on the participant’s RT and the duration of the inter-trial interval, the total duration of one trial varied between 2500 and 4200 ms.

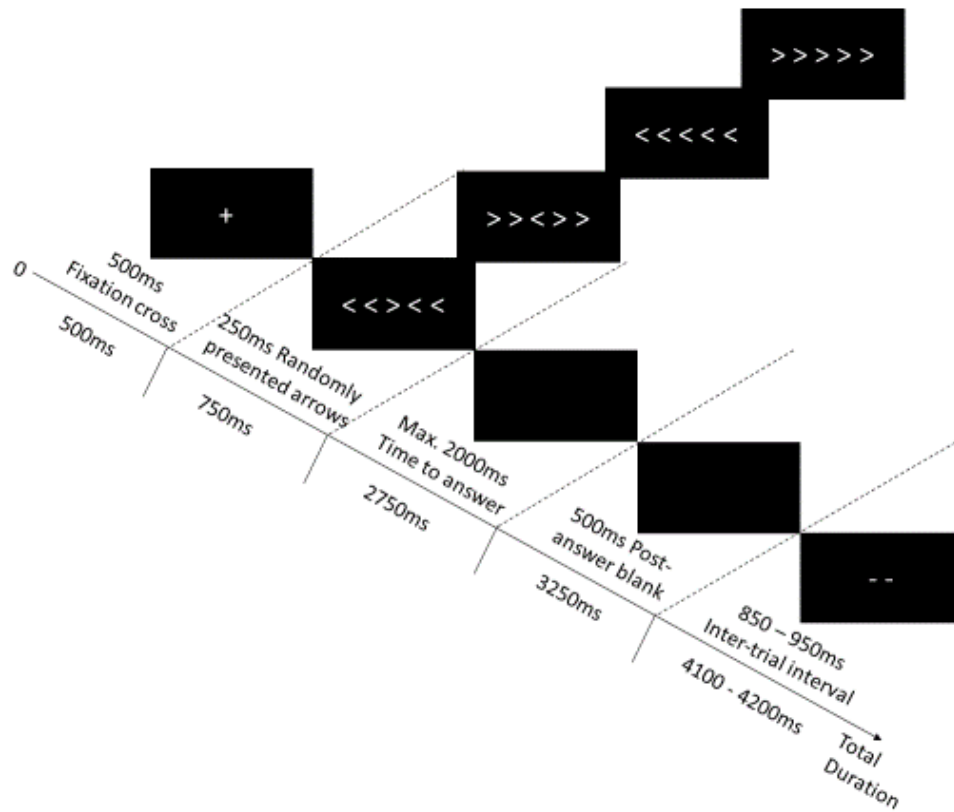


Figure 2. The course of a flanker task trial. Symbols are not scaled, they have been enlarged to be visible in this diagram.

The task was divided into 21 blocks so that 7 blocks could be attributed to each of the three conditions (112 congruent trials and 112 incongruent trials per condition). Thus, each block represented a different condition and their order of presentation was randomized between each participant. For the two musical conditions, each block was associated with a different musical excerpt. Participants could take breaks between each block to rest. Each block comprised a total of 32 trials with an equal number of congruent and incongruent trials,

randomly presented. Consequently, the task contained a total number of 672 trials, divided into 336 congruent and 336 incongruent trials. The total duration of one block varied between 80 sec and 90 sec, depending on the RT of the participant. Without the breaks between each block, the total duration of the entire task was approximately 30 minutes. The task was preceded by a practice block that includes feedback to inform the participants about their performance and to become familiar with the task. The practice block was presented with background music characterised by an intermediate tempo.

Experimental procedure and equipment. All questionnaires were completed before the experimental task. After the participants completed the flanker task, they all evaluated the 14 musical excerpts using the VAS. A short debriefing session concluded the experiment. The music was presented via Beyer Dynamic Headphones (Model DT 770 Professional, 250 OHM). The flanker Task and the music were presented in MATLAB (MATLAB Release 2018a, The MathWorks, Inc., Natick, Massachusetts, United States) with the “Psychophysics Toolbox Version 3” extension (Brainard, 1997; Kleiner et al., 2007).

Data Analysis

To ensure that the two age groups are equivalent on matching variables, a chi square test was made with the variable sex and independent sample t-tests were made with the variables of years of schooling and years of musical experience. Independent sample t-test was also made with age to ensure the two groups were significantly different.

Three dependant variables were examined from the participants’ performance at the flanker task. For each participant, the averages and standard deviations of RT in milliseconds were calculated from successful trials and separately for congruent and incongruent trials, as

well as for the three conditions (stimulating music, relaxing music and silence). The averages and standard deviations of ER in percentage (excluding trials for which no answers were given) were also calculated for each participant. The flanker effect was studied using the standard contrasts analysis when interaction between repeated measure factors was significant. For each dependant variables, a mixed design analysis of variance (ANOVA) was carried out with the following: Age Groups (older and young adults) as a between subject factor, Conditions (silence, stimulating music and relaxing music) and Flanker Congruency (congruent and incongruent) as within subject factors.

Also, to confirm that the musical conditions differ on the arousal level and to explore if there is a difference between older and younger adults judgments, two separate mixed design ANOVAs with the between subject factor Age Groups (older and younger adults) and the within subject factor Music Conditions (stimulating music and relaxing music) were made. Two other mixed design ANOVAs were conducted with the judgments of valence and familiarity. All statistical analysis were performed using the software IBM SPSS Statistics 24 (IBM Corp., 2016).

Results

Participants

The two groups were matched in terms of sex, years of schooling and years of musical training (see Table 2). Results of the chi square test showed that the two groups had a similar proportion of men and women ($\chi^2(1) = .61, p = .61$). Also, the results of the independent t-tests showed that the groups are equivalent in their years of schooling ($t(38) = 0.44, p = .66, r = .07$) and of musical training ($t(38) = 1.23, p = .23, r = .20$).

	Age groups		<i>p</i>
	Older adults	Young adults	
N (M, F)	19, 18	21, 19	= .61
Age	67.26 (3.16)	23.95 (3.51)	< .001
Years of schooling	16.16 (2.69)	16.48 (1.86)	= .66
Years of musical training	1.37 (2.17)	2.81 (4.69)	= .23

Table 2. Comparison between older and younger adults on the matching demographic variables. Except for sex, this table presents means and standard deviations.

Musical stimuli evaluation

To ensure that the musical excerpts were judged as expected, the mean ratings of arousal and valence were computed for each of them and separately for older and younger adults. The examination of those means revealed that each of the 14 musical excerpts were judged to be pleasant (mean valence > 50; 0 corresponding to unpleasant and 100 corresponding to pleasant). In addition, each excerpt categorised as stimulating music were judged to be stimulating (mean arousal > 50; 0 corresponding to relaxing and 100 corresponding to stimulating) and each excerpt categorised as relaxing music were judged to be relaxing (mean arousal < 50).

As expected, the analysis of the arousal level of the musical excerpts (see Figure 3) showed a main effect of the Musical Conditions ($F(1, 38) = 1453.3, p < .001, \eta^2 = .98$), with the stimulating music being judged to be more activating than the relaxing music. There was no main effect of the Age Groups ($F(1, 38) = .016, p = .9, \eta^2 = .00$), nor interaction between the two factors ($F(1, 38) = 2, p = .165, \eta^2 = .05$).

The analysis of the valence level showed also a significant main effect of the Musical Conditions ($F(1, 38) = 32.28, p < .001, \eta^2 = .46$), with the relaxing music being judged to be more pleasant compared to the stimulating music. Also, a significant main effect of the Age Groups was found ($F(1, 38) = 7.53, p = .009, \eta^2 = .17$), showing that older adults ($M = 83.76$,

$SD = 14.53$) generally judge the music to be more pleasant compare to the young adults ($M = 72.3$, $SD = 19.25$). There was no significant interaction between Musical Conditions and Age Groups ($F(1, 38) = .009$, $p = .926$, $\eta^2 = .00$).

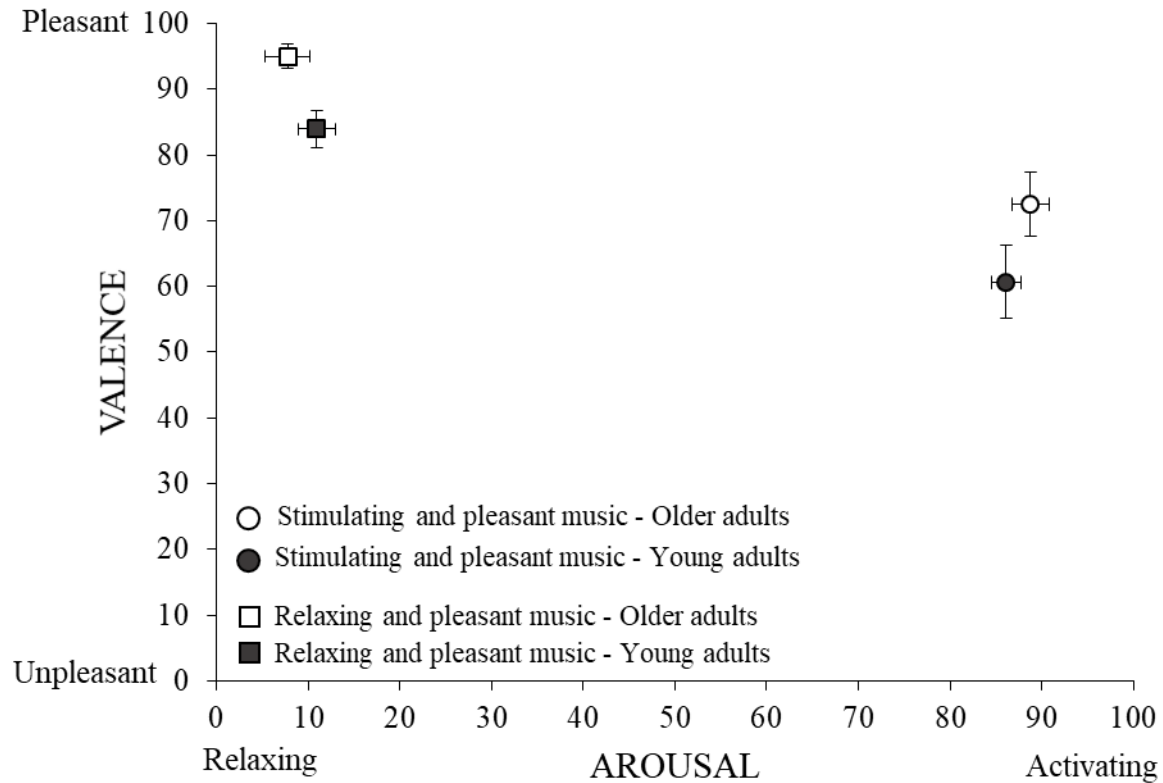


Figure 3. Judgments of arousal and valence. Mean ratings (and standard errors) are presented as function of musical conditions and groups on both the arousal and valence dimensions.

The analysis of the familiarity level also showed a significant main effect of the Age Groups ($F(1, 38) = 21.48$, $p < .001$, $\eta^2 = .36$), with the older adults ($M = 84.41$, $SD = 16.73$) being more familiar with the music compared to the young adults ($M = 62.32$, $SD = 17.41$). There was no significant main effect of the Musical Conditions ($F(1, 38) = 1.32$, $p = .258$, $\eta^2 = .033$), nor interaction between Musical Conditions and Age Groups ($F(1, 38) = .08$, $p = .778$, $\eta^2 = .002$). Finally, the mean familiarity levels of older and young adults both being more towards

the “familiar” end of the continuum, musical excerpts seem to be relatively familiar to both age groups.

Flanker task

Reaction time. First, the mixed design ANOVA performed with RT revealed a significant main effect of the Age Groups ($F(1, 38) = 55.02, p < .001, \eta^2 = .59$), showing that older adults presented slower RT than young adults, in all conditions and for both congruent and incongruent trials (see Figure 4). Also, a main effect of the Flanker Congruency was found ($F(1, 38) = 418.75, p < .001, \eta^2 = .92$), showing that RT was significantly slower in the incongruent trials ($M = 539\text{ms}, SD = 69\text{ms}$) compared to the congruent ones ($M = 477\text{ms}, SD = 64\text{ms}$). The analysis revealed a significant interaction between the Conditions and the Flanker Congruency ($F(2, 67) = 3.995, p = .027, \eta^2 = .095$, using the Greenhouse-Geisser correction) (see Figure 5). The contrasts analysis showed that the difference in RT between congruent and incongruent trials (i.e. the flanker effect) was not equivalent between each condition. The flanker effect was greater under the relaxing music condition compared to both the stimulating music ($F(1, 38) = 10.61, p = .002, \eta^2 = .22$) and to the silent conditions ($F(1, 38) = 4.29, p = .045, \eta^2 = .1$). As can be seen in figure 5, these differences arise from the fact that the RT for incongruent trials slowed down and that the RT for the congruent trials accelerated under the relaxing music condition. There was no difference between the stimulating music condition and the silent condition ($F(1, 38) = .116, p = .735, \eta^2 = .003$).

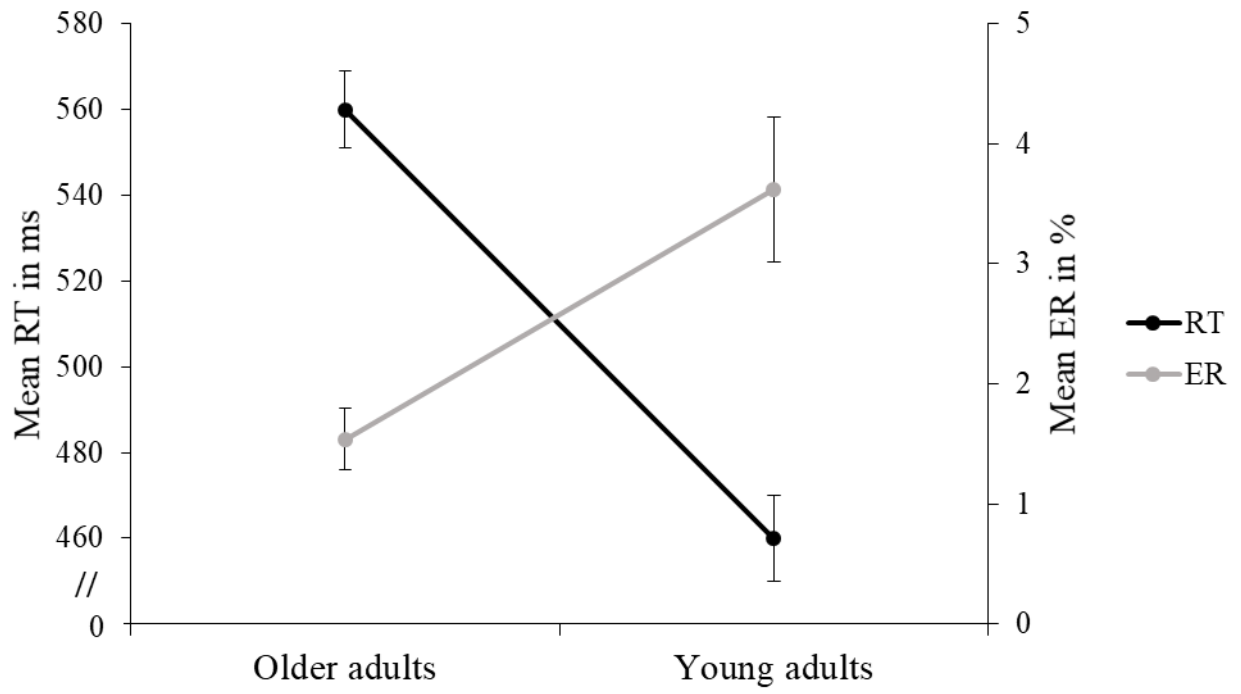


Figure 4. Speed-accuracy trade-off in older adults. Mean RT and ER are presented in addition to the standard errors as function of groups.

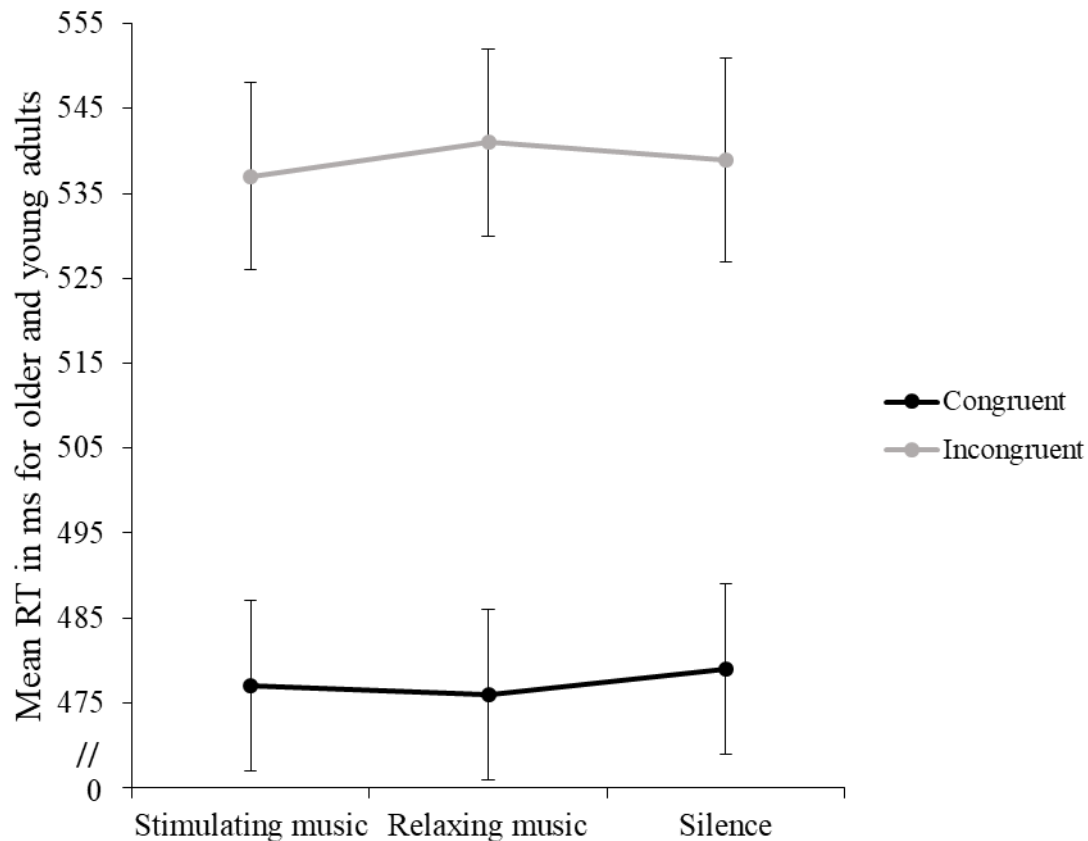


Figure 5. Interaction between Conditions and Flanker Congruency in RT. Mean RT in ms for older and young adults together (and standard errors) are presented as function of Conditions and Flanker Congruency (congruent and incongruent).

Error rate. As can be seen in Figure 4, the mixed design ANOVA performed with ER revealed a significant main effect of Age Groups ($F(1, 38) = 9.86, p = .003, \eta^2 = .21$), showing that older adults made less errors than young adults, no matter the condition or the Flanker Congruency. Putting this result in relation with the main effect of Age Groups for RT, a speed-accuracy trade-off between older and younger adults is revealed. Also, a significant main effect of the Flanker Congruency ($F(1, 38) = 66.28, p < .001, \eta^2 = .64$) showed that, for both groups and in all conditions, ER was higher for the incongruent trials ($M = 4.77\%, SD = 4.21\%$) than for the congruent ones ($M = .63\%, SD = .8\%$). The analysis revealed a significant interaction

between the factors Age Groups and Flanker Congruency ($F(1, 38) = 14.05, p = .001, \eta^2 = .27$) (see Figure 6). One way ANOVAs with Age Groups and ER showed that there was no difference between older and younger adults for the congruent trials ($F(1, 38) = 1.13, p = .294, \eta^2 = .03$), but that older adults made significantly fewer errors in incongruent trials compared to young adults ($F(1, 38) = 11.45, p = .002, \eta^2 = .23$). Repeated measure ANOVAs with the Flanker Congruency showed that older adults ($F(1, 18) = 22.98, p < .001, \eta^2 = .56$) as well as young adults ($F(1, 20) = 46.4, p < .001, \eta^2 = .7$) made more errors in the incongruent condition compared to the congruent one.

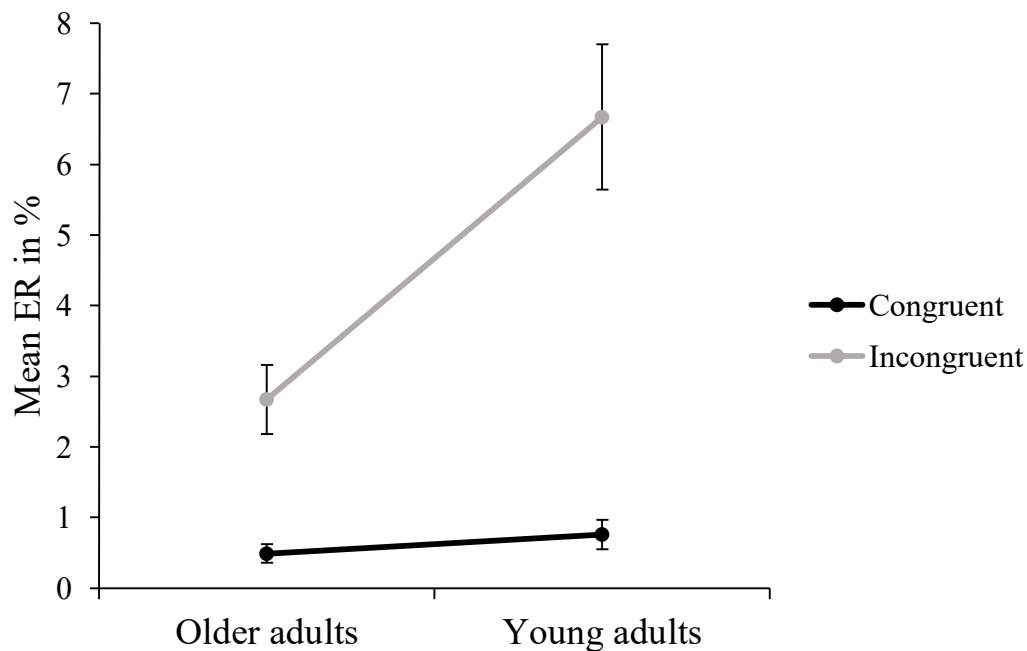


Figure 6. Interaction between Age groups and Flanker congruency in ER. Mean ER in % (and standard errors) were obtained for congruent and incongruent trials and separately for older and young adults.

Discussion

This study aimed to explore the effect of the arousal level of background music on attentional control in young and older adults. To do this, both groups performed the flanker task under three conditions: stimulating music, relaxing music and silence. Our results indicated that the arousal levels of the musical excerpts were judged as expected. Also, all the musical excerpts were judged to be pleasant, but those in the relaxing music condition were judged to be more pleasant compared to those in the stimulating music condition. This finding is inconsistent with the study conducted by Salimpoor et al. (2009) who demonstrated that stimulating music generated more pleasure. However, this study used musical material chosen by the participants and belonging to various musical genres (classic, jazz, rock, etc.), whereas in our study, only classical music selected by three experts were used. This might explain why we obtained different results.

Concerning their performance at the flanker task, all participants presented slower RT and made more errors in the incongruent trials compared to the congruent ones, as expected. This is due to the fact that, in the incongruent trials, flanker arrows point in the opposite direction of the target arrow, thus more difficult to inhibit and thereby generating more errors and slower RT (Eriksen & Eriksen, 1974; Eriksen, 1995). Also, a combination of slower RT for incongruent trials and faster RT for congruent trials created a greater flanker effect under the relaxing music condition compared to the stimulating music and silence conditions, both in older and younger adults. This means that relaxing music impaired the attentional control performance of both age groups, since they took significantly more time to answer in the incongruent trials.

The present findings are novel since they demonstrate that musical excerpts with different arousal and valence levels have the same impact on attentional control performance both in young and older adults, even if the latter experience a decline in this particular executive function. According to a meta-analysis by Guerreiro et al. (2010), the addition of an irrelevant stimulus to the execution of a visual attention task is more detrimental for older adults than for young adults, particularly when the distraction is visual and in the same modality of the task. In our study, the distraction was auditory (addition of background music) and in a different modality from the task (the flanker task was only visual). This could explain why background music did not generate an age effect and did not affect older adults differently than young adults. Moreover, background music is different from other types of auditory stimuli and distractions like basic tones, since it typically has a more positive emotional valence compared to sounds. Thus, maybe background music does not generate an age effect on attentional control performance, because it belongs to a class of its own, different from other auditory stimuli.

Concerning the effect of background music on attentional control of younger adults, our results are in accordance with Rowe et al. (2007), who observed a greater flanker effect under their positive valence condition. Indeed, we also found a greater flanker effect in our most positive valence condition, since the valence of the relaxing music was judged more positively than that of the stimulating music. However, in the study conducted by Rowe et al. (2007), their positive and negative conditions were equivalent on the arousal dimension, both being at a moderate level. In our study, our musical conditions differ on the arousal level, one being stimulating and the other relaxing. Thus, the greater flanker effect we observed in our study can only be attributed to the combination of relaxing and highly positive valence dimensions in our musical excerpts.

Also, our results are not really consistent with the *Arousal-Mood Theory* and other previous studies demonstrating that stimulating and pleasant music enhance cognitive performance (Bottiroli et al., 2014; Jiang et al., 2011; Mammarella et al., 2007; Rowe et al., 2007; Shih et al., 2016; Thompson et al., 2001). Indeed, the stimulating music condition did not affect RT differently compared to the silence condition. Contrariwise, the relaxing music condition impaired the attentional control performance, as measured by RT. A hypotheses to explain this finding is that the tempo of the music might have affected the RT of participants. Previous studies indicated that the faster the musical tempo was, the faster the cognitive performance was and vice versa, either it is a reading task (Kallinen, 2002), a perceptual-motor task (Nittono, Tsuda, Akai, & Nakajima, 2000), or a spatial ability task (Husain et al., 2002). In our study, relaxing music was characterised by a slower tempo and the stimulating music by a faster tempo. In the same way, the RT of our participants in the incongruent trials of the flanker task were slower under the relaxing music condition compared to the stimulating music condition.

This contradiction with the literature may be also explained by the fact that, in this study, stimulating music was judged to be less pleasant than relaxing music, while usually it is judged to be more pleasant (Salimpoor et al., 2009). Thus, a high level of valence in music could enhance cognitive performance, but at a certain point, a too high level would not change the cognitive performance or even impair it. Also, a recent study demonstrated that the level of familiarity can mediate the relation between arousal and valence in music listening (Van Den Bosch et al., 2013). According to this study, the more we are familiar to the music, the more we are aroused and feel pleasure. Thus, it is possible that the familiarity had an impact on the arousal and valence judgments of our participants.

This study presents some limitations that are important to take in consideration. First of all, the evaluation of valence and arousal dimensions was made only at the end of the experiment and was subjective. Thus, this might not be a truly accurate measure of the valence and arousal levels of the participants while they were doing the task. Also, the musical conditions did not only differ on the arousal level, but also on the valence level. Even if those two dimensions often interact together (Jefferies et al., 2008), it would be interesting to observe their separate effects on attentional control performance. In addition, our musical excerpts lasted only about 100 seconds, while in everyday life people usually listen to background music for a longer period of time. This methodological choice could have removed some ecological value to our results.

For future studies, it would be interesting to add a neurophysiological measure of attentional control to the behavioural flanker task. Knowing that older and younger adults differ in their electrophysiological activity in many executive tasks, it would be interesting to use electroencephalography to study this aspect.

To conclude, relaxing and pleasant music seems to impair attentional control compared to stimulating pleasant music and silence, as measured by the RT in the flanker task. This effect is the same in older and young adults, despite the impairment in attentional control associated with normal aging cognitive decline. Background music does not seem to have an impact on the number of errors made at the flanker task by older and young adults.

Discussion générale

Jugements émotionnels des extraits musicaux

Puisque l'objectif de cette étude était d'examiner l'effet de différents niveaux d'activation de la musique de fond sur le contrôle attentionnel des personnes âgées et des jeunes adultes, il était important de s'assurer que les extraits musicaux préalablement sélectionnés étaient jugés par les participants de la façon attendue. Les participants ont donc évalué chaque extrait musical selon trois critères, soit la valence émotionnelle, le niveau d'activation et la familiarité.

Les extraits musicaux des conditions stimulante et relaxante étaient en effet jugés tel qu'attendu par les participants. De plus, tous les extraits musicaux ont été jugés comme étant agréables à écouter (avec une valence émotionnelle positive). Cependant, les extraits de musique relaxante ont été jugés comme étant significativement plus agréables que les extraits de musique stimulante par tous les participants. Ces résultats sont inattendus, puisqu'il a été démontré dans une étude antérieure que la musique stimulante était jugée comme étant plus agréable que la musique relaxante (Salimpoor et al., 2009). Toutefois, dans l'étude menée par Salimpoor et al. (2009), les extraits musicaux avaient été choisis par les participants eux-mêmes et provenaient de différents genres musicaux, tels que le rock, le jazz et le classique. Dans la présente étude, la musique avait été préalablement sélectionnée par trois experts et provenait uniquement du répertoire classique. Ces différences entre les deux études pourraient donc être à l'origine des différences de résultats observés. Finalement, les extraits musicaux des conditions stimulante et relaxante ne différaient pas en termes de familiarité. Ainsi, les différences de performance à la

tâche flanker entre les différentes conditions peuvent être attribuées aux différences de niveau d'activation et de valence émotionnelle, et non pas à la familiarité.

Performance à la tâche flanker

Temps de réaction. Pour tous les participants, le TR était significativement plus lent pour les essais non congruents que pour les essais congruents. Cela peut s'expliquer par l'effet de distraction des flèches *flanker* qui pointent dans la direction opposée de la flèche cible dans les essais non congruents (Eriksen et Eriksen, 1974; Eriksen, 1995). Les flèches *flanker* étant plus difficiles à inhiber, le contrôle attentionnel devient primordial afin de bien répondre et le TR devient par conséquent plus lent (Eriksen et Eriksen, 1974; Eriksen, 1995). En outre, les personnes âgées présentaient des TR significativement plus lents que les jeunes adultes, toutes conditions confondues. Cela peut être dû au fait que le contrôle attentionnel décline lors du vieillissement normal (Buckner, 2004), ce qui a déjà été observé dans la littérature comparant les jeunes et les âgés à la tâche flanker (Salthouse, 2010; Zeef et al., 1996).

De plus, l'effet flanker (différence de TR entre les essais non congruents et congruents) était significativement plus grand dans la condition de musique relaxante comparativement aux conditions de musique stimulante et de silence et ce, pour tous les participants. Plusieurs éléments importants se dégagent de ces résultats. D'abord, cet effet de la musique de fond sur la performance à la tâche flanker est le même chez les personnes âgées et les jeunes adultes. Sachant que le vieillissement normal est caractérisé par une plus grande difficulté à inhiber les distractions (Buckner, 2004), on aurait pu croire que la musique de fond puisse être une source de distraction supplémentaire pour les personnes âgées lorsqu'elles accomplissaient la tâche flanker. Une telle distraction supplémentaire aurait pu entraîner une différence entre les groupes

d'âge dans l'effet de la musique de fond sur le contrôle attentionnel. Ce n'est pourtant pas ce qui a été observé dans la présente étude.

De plus, ce résultat est en contradiction avec la méta-analyse menée par Guerreiro et al. (2010), selon laquelle l'ajout d'un stimulus à l'exécution d'une tâche d'attention visuelle affecte plus la performance des personnes âgées que celle des jeunes adultes. Cependant, les auteurs de cette méta-analyse spécifient que l'effet distracteur de ce stimulus additionnel est encore plus important pour les personnes âgées lorsqu'il est de modalité visuelle, tout comme l'est la tâche d'attention. Dans la présente étude, nous avons ajouté un stimulus auditif (musique de fond) à la tâche flanker qui est de modalité visuelle. Par ailleurs, il est important de noter que la musique de fond se distingue nettement des stimuli auditifs de cette méta-analyse qui ne sont constitués que de sons. Il est donc possible que ce soit pour toutes ces raisons que nous n'ayons pas observé de différences d'âge entre les personnes âgées et les jeunes adultes dans l'effet de la musique de fond sur la performance à la tâche flanker.

Cependant, il est possible que la musique de fond ait eu un effet plus important chez les personnes âgées comparativement aux jeunes adultes, mais que cet effet ne se soit pas manifesté de façon comportementale. En effet, dans l'étude menée par Alain et Woods (1999), l'ajout d'un stimulus auditif à l'exécution d'une tâche d'attention visuelle n'a pas entraîné de différence de performance entre les jeunes et les âgés. Toutefois, ils ont observé des différences significatives entre les deux groupes d'âge dans l'activation cérébrale, telle que mesurée à l'aide de l'électroencéphalographie. Dans les potentiels évoqués par les stimuli auditifs, la latence était retardée et l'amplitude était augmentée chez les personnes âgées comparativement aux jeunes adultes, ce qui reflète une plus grande difficulté à inhiber les stimuli non pertinents à la tâche.

Ainsi, même si les personnes âgées performaient aussi bien que les jeunes adultes à la tâche, leur activation cérébrale témoignait d'une plus grande difficulté à inhiber les distractions. Il est donc possible que le même phénomène se soit produit dans la présente étude, mais qu'il n'est pu être observé, puisque seules des mesures comportementales furent enregistrées.

En ce qui a trait aux jeunes adultes, les résultats de notre étude vont dans le même sens que l'étude menée par Rowe et al. (2007), dans laquelle un plus grand effet flanker a été observé dans la condition de valence émotionnelle positive, comparativement aux conditions négative et neutre. En effet, la condition de musique relaxante de notre étude était jugée par les jeunes participants comme ayant une valence significativement plus positive que la musique stimulante. Un plus grand effet flanker a été observé sous la condition de musique relaxante, contrairement aux conditions de musique stimulante et de silence. Cependant, contrairement à l'étude de Rowe et al. (2007) dans laquelle les conditions s'équivalaient dans leur niveau modéré d'activation, nos conditions musicales diffèrent sur le plan de l'activation, l'une étant stimulante et l'autre relaxante. Ainsi, la différence de performance à la tâche flanker est attribuable à la fois à l'aspect agréable et au caractère relaxant des extraits de la condition de musique relaxante.

Cependant, les résultats des études de Darrow et al. (2006), de Burkhard et al. (2018) et de Jefferies et al. (2008) évaluant les effets de la musique de fond sur le contrôle attentionnel des jeunes adultes n'ont pas été répliqués dans la présente étude. En effet, ces études rapportent que la musique de fond améliore le contrôle attentionnel, ou bien elle n'a aucun effet comparativement à une condition silencieuse. Cette contradiction pourrait être expliquée par le fait que les extraits musicaux n'ont pas été choisis par les participants (Darrow et al., 2006). Une autre explication pourrait être que ces études ont utilisé des tâches différentes et n'ont pas

toujours contrôlé pour les niveaux de valence et d'activation (Burkhard et al., 2018; Darrow et al., 2006; Jefferies et al., 2008).

Ensuite, les résultats de la présente étude ne sont pas entièrement consistants avec les études antérieures et l'*Arousal-Mood Theory* selon lesquelles la musique stimulante et agréable permettrait l'amélioration de la performance cognitive (Bottiroli et al., 2014; Jiang et al., 2011; Mammarella et al., 2007; Rowe et al., 2007; Shih et al., 2016; Thompson et al., 2001). En effet, aucune différence dans les TR n'était observée entre les conditions de musique stimulante et de silence. Ainsi, comparativement à la performance de base, c'est-à-dire sans musique de fond, la musique stimulante n'a aucun effet sur le contrôle attentionnel des jeunes et des âgés. La différence de tempo entre les musiques relaxante et stimulante pourrait être à l'origine de cette contradiction avec l'*Arousal-Mood Theory*. En effet, des études antérieures ont démontré que plus le tempo de la musique était lent, plus la vitesse de la performance cognitive était lente et inversement, que ce soit dans une tâche de lecture (Kallinen, 2002), une tâche de perception motrice (Nittono et al., 2000), ou une tâche d'habiletés spatiales (Husain et al., 2002). Dans la présente étude, la musique relaxante était caractérisée par un tempo significativement plus lent que la musique stimulante. Cela explique peut-être pourquoi le TR aux essais non congruents des personnes âgées et des jeunes adultes était significativement plus lent dans la condition de musique relaxante que dans la condition de musique stimulante.

D'autre part, les extraits de musique stimulante étaient jugés comme étant moins agréables que les extraits de musique relaxante, alors que dans l'*Arousal-Mood Theory*, l'aspect agréable de la musique joue un rôle important dans l'effet bénéfique sur la performance cognitive (Thompson et al., 2001). Ainsi, les extraits de musique stimulante de notre étude n'avaient peut-

être pas une valence assez positive afin de favoriser une meilleure performance à la tâche flanker.

Taux d'erreurs. Tel qu'attendu, tous les participants ont commis plus d'erreurs dans les essais non congruents que dans les essais congruents. Encore une fois, ce résultat s'explique par le plus grand effet de distraction des flèches *flanker* dans les essais non congruents, ce qui entraîne plus d'erreurs (Eriksen et Eriksen, 1974; Eriksen, 1995). Cependant, les personnes âgées ont commis moins d'erreurs que les jeunes adultes et ce, peu importe le type de congruence des flèches ou la condition expérimentale. Mis en commun avec les TR plus lents des personnes âgées comparativement aux jeunes adultes, un échange vitesse-précision (*speed-accuracy trade-off*) se révèle. En effet, malgré que les mêmes consignes aient été données aux deux groupes d'âge (i.e. répondre le plus rapidement possible en faisant le moins d'erreurs possible), les personnes âgées présentaient un TR plus lent, mais faisaient moins d'erreurs que les jeunes adultes. Selon des études antérieures, ce comportement de compensation pourrait être engendré par le déclin du contrôle attentionnel associé au vieillissement normal (Hsieh et Fang, 2012; Hsieh et Lin, 2014; Wild-Wall et al., 2008). En effet, les personnes âgées éprouvant plus de difficultés à inhiber les flèches *flanker*, elles se retrouvent contraintes à ralentir leur TR afin de bien performer à la tâche.

Finalement, il est important de souligner qu'aucune différence dans le TE n'a été observée entre les conditions de musique stimulante, de musique relaxante et de silence. Ce résultat démontre que la musique de fond n'a aucun effet sur le TE dans la tâche flanker. Ainsi, seul le TR a été affecté par la présence de musique de fond relaxante dans la performance à la tâche flanker des personnes âgées et des jeunes adultes.

Limites et directions futures

Cette étude comporte quelques limites importantes à prendre en considération. Tout d'abord, les niveaux de valence et d'activation des extraits musicaux étaient mesurés de façon subjective, à l'aide d'échelles visuelles analogues, après avoir complété la tâche flanker. Afin d'avoir une compréhension plus complète de ces dimensions émotionnelles, l'enregistrement de l'activité électrodermale pendant que les participants effectuent la tâche permettrait d'avoir une mesure plus objective, en continue et en temps réel du niveau d'activation des participants. Ensuite, il serait intéressant d'étudier de façon séparée les effets des niveaux de valence et d'activation sur le contrôle attentionnel, malgré que ces deux dimensions interagissent souvent ensemble et qu'ils soient parfois difficiles à dissocier (Jefferies et al., 2008). De plus, la durée des extraits était de seulement 100 secondes, alors que dans la vie de tous les jours, les gens ont plutôt l'habitude d'écouter de la musique de fond sur une plus longue période de temps. Cet aspect des conditions expérimentales n'est donc pas écologique.

D'autre part, seules des mesures comportementales ont été enregistrées dans cette étude. Sachant qu'au-delà de la performance comportementale, des différences entre les jeunes et les âgées peuvent être observées dans leur activation cérébrale, il serait pertinent de répéter l'expérience en ajoutant une mesure d'électroencéphalographie. Un tel ajout permettrait d'avoir une compréhension plus globale et complète de l'effet de la musique de fond sur le contrôle attentionnel chez les personnes âgées et les jeunes adultes.

Conclusion

Cette étude avait pour objectif d'évaluer l'effet de différents niveaux d'activation de la musique de fond sur le contrôle attentionnel des personnes âgées et des jeunes adultes. Les résultats de cette étude ont permis d'observer l'effet néfaste de la musique de fond relaxante et très agréable sur le contrôle attentionnel, tel que mesuré à l'aide de la tâche flanker d'Eriksen. Cette étude a aussi permis de démontrer que, comparativement à une performance de base effectuée sous silence, la musique stimulante et agréable n'a aucun effet sur l'efficacité du contrôle attentionnel des jeunes et des âgés. Plus important encore, ce travail de recherche a permis de constater que la musique de fond a le même effet sur les fonctions exécutives chez les personnes âgées et chez les jeunes adultes, et ce, malgré le déclin du contrôle attentionnel associé au vieillissement normal.

Bibliographie

- Alain, C. et Woods, D. L. (1999). Age-related changes in processing auditory stimuli during visual attention: evidence for deficits in inhibitory control and sensory memory. *Psychology and aging, 14*(3), 507.
- Albert, M. S. (1997). The ageing brain: normal and abnormal memory. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences, 352*(1362), 1703-1709.
- Andrés, P., Parmentier, F. B. et Escera, C. (2006). The effect of age on involuntary capture of attention by irrelevant sounds: a test of the frontal hypothesis of aging. *Neuropsychologia, 44*(12), 2564-2568.
- Baddeley, A. (1992). Working memory. *Science, 255*(5044), 556-559.
- Baddeley, A. (2010). Working memory. *Current Biology, 20*(4), 136-140.
- Baddeley, A. D. et Hitch, G. J. (1994). Developments in the concept of working memory. *Neuropsychology, 8*(4), 485.
- Baldo, J. V., Shimamura, A. P., Delis, D. C., Kramer, J. et Kaplan, E. (2001). Verbal and design fluency in patients with frontal lobe lesions. *Journal of the International Neuropsychological Society, 7*, 586-596.
- Barr, R. A. et Giambra, L. M. (1990). Age-related decrement in auditory selective attention. *Psychology and aging, 5*(4), 597.
- Beck, A. T. et Steer, R. (1988). Beck anxiety inventory (BAI). *Überblick über Reliabilitäts-und Validitätsbefunde von klinischen und außerklinischen Selbst-und Fremdbeurteilungsverfahren, 7*.

- Beck, A. T., Steer, R. A. et Brown, G. K. (1996). Beck depression inventory-II. *San Antonio*, 78(2), 490-498.
- Bottiroli, S., Rosi, A., Russo, R., Vecchi, T. et Cavallini, E. (2014). The cognitive effects of listening to background music on older adults: Processing speed improves with upbeat music, while memory seems to benefit from both upbeat and downbeat music. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 6, 1-7.
- Brainard, D. H. (1997). The Psychophysics Toolbox. *Spatial Vision*, 10(4), 433-436.
- Brickenkamp, R. et Zillmer, E. (1998). Test d2: Concentration-Endurance Test. *Gottingen, Germany: CJ Hogrefe*.
- Buckner, R. L. (2004). Memory and executive function in aging and AD: multiple factors that cause decline and reserve factors that compensate. *Neuron*, 44(1), 195-208.
- Burgess, P. W. et Simons, J. S. (2005). 18 Theories of frontal lobe executive function: clinical applications. Dans P. W. Halligan, DT (dir.), *The effectiveness of rehabilitation for cognitive deficits* (p. 211-231). New York: Oxford Univ. Press.
- Burke, W. J., Roccaforte, W. H. et Wengel, S. P. (1991). The short form of the Geriatric Depression Scale: a comparison with the 30-item form. *Topics in geriatrics*, 4(3), 173-178.
- Burkhard, A., Elmer, S., Kara, D., Brauchli, C. et Jäncke, L. (2018). The effect of background music on inhibitory functions: an ERP study. *Frontiers in human neuroscience*, 12.
- Cassidy, G. et MacDonald, R. A. (2007). The effect of background music and background noise on the task performance of introverts and extraverts. *Psychology of Music*, 35(3), 517-537.

- Cockerton, T., Moore, S. et Norman, D. (1997). Cognitive test performance and background music. *Perceptual and Motor Skills*, 85(3_suppl), 1435-1438.
- Commenges, D., Gagnon, M., Letenneur, L., Dartigues, J.-F., Barberger-Gateau, P. et Salamon, R. (1992). Statistical description of the Mini-Mental State Examination for French elderly community residents. *Journal of Nervous and Mental Disease*, 180(1), 28-32.
- Conway, A. R. et Engle, R. W. (1994). Working memory and retrieval: A resource-dependent inhibition model. *Journal of Experimental Psychology: General*, 123(4), 354.
- Darowski, E. S., Helder, E., Zacks, R. T., Hasher, L. et Hambrick, D. Z. (2008). Age-related differences in cognition: The role of distraction control. *Neuropsychology*, 22(5), 638-644.
- Darrow, A.-A., Johnson, C., Agnew, S., Fuller, E. R. et Uchisaka, M. (2006). Effect of preferred music as a distraction on music majors' and nonmusic majors' selective attention. *Bulletin of the Council for Research in Music Education*, 21-31.
- Davidson, M. C., Amso, D., Anderson, L. C. et Diamond, A. (2006). Development of cognitive control and executive functions from 4 to 13 years: Evidence from manipulations of memory, inhibition, and task switching. *Neuropsychologia*, 44(11), 2037-2078.
- Diamond, A. (2013). Executive functions. *Annual review of psychology*, 64, 135-168.
- Ekman, P. (1989). The argument and evidence about universals in facial expressions. Dans H. Wagner & A. Manstead (dir.), *Handbook of social psychophysiology* (p. 143-164): John Wiley & Sons Ltd.
- Ekman, P. (1992). An argument for basic emotions. *Cognition & emotion*, 6(3-4), 169-200.
- Eriksen, B. A. et Eriksen, C. W. (1974). Effects of noise letters upon the identification of a target letter in a nonsearch task. *Perception & psychophysics*, 16(1), 143-149.

- Eriksen, C. W. (1995). The flankers task and response competition: A useful tool for investigating a variety of cognitive problems. *Visual Cognition*, 2(2-3), 101-118.
- Fjell, A. M. et Walhovd, K. B. (2010). Structural brain changes in aging: courses, causes and cognitive consequences. *Reviews in the Neurosciences*, 21(3), 187-222.
- Folstein, M. F., Folstein, S. E. et McHugh, P. R. (1975). "Mini-mental state": a practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. *Journal of psychiatric research*, 12(3), 189-198.
- Gazzaley, A., Cooney, J. W., Rissman, J. et D'esposito, M. (2005). Top-down suppression deficit underlies working memory impairment in normal aging. *Nature neuroscience*, 8(10), 1298-1300.
- Guerreiro, M. J., Murphy, D. R. et Van Gerven, P. W. (2010). The role of sensory modality in age-related distraction: a critical review and a renewed view. *Psychological bulletin*, 136(6), 975-1022.
- Hasher, L., Stoltzfus, E. R., Zacks, R. T. et Rypma, B. (1991). Age and inhibition. *Journal of experimental psychology: Learning, memory, and cognition*, 17(1), 163-169.
- Hasher, L. et Zacks, R. T. (1988). Working memory, comprehension, and aging: A review and a new view (*Psychology of learning and motivation* (Vol. 22, p. 193-225): Elsevier.
- Hedden, T. et Gabrieli, J. D. (2004). Insights into the ageing mind: a view from cognitive neuroscience. *Nature reviews neuroscience*, 5(2), 87.
- Hsieh, S. et Fang, W. (2012). Elderly adults through compensatory responses can be just as capable as young adults in inhibiting the flanker influence. *Biological psychology*, 90(2), 113-126.

- Hsieh, S. et Lin, Y.-C. (2014). The boundary condition for observing compensatory responses by the elderly in a flanker-task paradigm. *Biological psychology*, 103, 69-82.
- Hudon, C., Potvin, O., Turcotte, M.-C., D'Anjou, C., Dubé, M., Prévaille, M. et Brassard, J. (2009). Normalisation du Mini-Mental State Examination (MMSE) chez les Québécois francophones âgés de 65 ans et plus et résidant dans la communauté. *Canadian Journal on Aging/La Revue canadienne du vieillissement*, 28(4), 347-357.
- Husain, G., Thompson, W. F. et Schellenberg, E. G. (2002). Effects of musical tempo and mode on arousal, mood, and spatial abilities. *Music Perception: An Interdisciplinary Journal*, 20(2), 151-171.
- Jefferies, L. N., Smilek, D., Eich, E. et Enns, J. T. (2008). Emotional valence and arousal interact in attentional control. *Psychological science*, 19(3), 290-295.
- Jiang, J., Sclaro, A. J., Bailey, K. et Chen, A. (2011). The effect of music-induced mood on attentional networks. *International Journal of Psychology*, 46(3), 214-222.
- Jurado, M. B. et Rosselli, M. (2007). The elusive nature of executive functions: a review of our current understanding. *Neuropsychology review*, 17(3), 213-233.
- Juslin, P. N. et Laukka, P. (2004). Expression, perception, and induction of musical emotions: A review and a questionnaire study of everyday listening. *Journal of New Music Research*, 33(3), 217-238.
- Kallinen, K. (2002). Reading news from a pocket computer in a distracting environment: effects of the tempo of background music. *Computers in Human Behavior*, 18(5), 537-551.
- Kämpfe, J., Sedlmeier, P. et Renkewitz, F. (2010). The impact of background music on adult listeners: A meta-analysis. *Psychology of Music*, 39(4), 424-448.

- Kawai, N., Kubo-Kawai, N., Kubo, K., Terazawa, T. et Masataka, N. (2012). Distinct aging effects for two types of inhibition in older adults: a near-infrared spectroscopy study on the Simon task and the flanker task. *Neuroreport*, 23(14), 819-824.
- Kleiner, M., Brainard, D., Pelli, D., Ingling, A., Murray, R. et Broussard, C. (2007). What's new in Psychtoolbox-3. *Perception*, 36(14), 1-16.
- Kok, A. (1999). Varieties of inhibition: manifestations in cognition, event-related potentials and aging. *Acta psychologica*, 101(2-3), 129-158.
- Krause, A. E., North, A. C. et Hewitt, L. Y. (2015). Music-listening in everyday life: Devices and choice. *Psychology of Music*, 43(2), 155-170.
- Mammarella, N., Fairfield, B. et Cornoldi, C. (2007). Does music enhance cognitive performance in healthy older adults? The Vivaldi effect. *Aging clinical and experimental research*, 19(5), 394-399.
- Mathewson, K. J., Dywan, J. et Segalowitz, S. J. (2005). Brain bases of error-related ERPs as influenced by age and task. *Biological psychology*, 70(2), 88-104.
- Maylor, E. A. et Lavie, N. (1998). The influence of perceptual load on age differences in selective attention. *Psychology and aging*, 13(4), 563-573.
- Miller, E. K. et Cohen, J. D. (2001). An integrative theory of prefrontal cortex function. *Annual review of neuroscience*, 24(1), 167-202.
- Miyake, A. et Friedman, N. P. (2012). The nature and organization of individual differences in executive functions: Four general conclusions. *Current directions in psychological science*, 21(1), 8-14.

- Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., Howerter, A. et Wager, T. D. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex “frontal lobe” tasks: A latent variable analysis. *Cognitive psychology*, 41(1), 49-100.
- Morris, N. et Jones, D. M. (1990). Memory updating in working memory: The role of the central executive. *British journal of psychology*, 81(2), 111-121.
- Nguyen, T. et Grahn, J. A. (2017). Mind your music: The effects of music-induced mood and arousal across different memory tasks. *Psychomusicology: Music, Mind, and Brain*, 27(2), 81-94.
- Nittono, H., Tsuda, A., Akai, S. et Nakajima, Y. (2000). Tempo of background sound and performance speed. *Perceptual and Motor Skills*.
- North, A. C., Hargreaves, D. J. et Hargreaves, J. J. (2004). Uses of music in everyday life. *Music Perception: An Interdisciplinary Journal*, 22(1), 41-77.
- Nosek, B. A. et Banaji, M. R. (2001). The go/no-go association task. *Social cognition*, 19(6), 625-666.
- Pachana, N. A., Byrne, G. J., Siddle, H., Koloski, N., Harley, E. et Arnold, E. (2007). Development and validation of the Geriatric Anxiety Inventory. *International psychogeriatrics*, 19(1), 103-114.
- Reaves, S., Graham, B., Grahn, J., Rabannifard, P. et Duarte, A. (2015). Turn off the music! Music impairs visual associative memory performance in older adults. *The Gerontologist*, 56(3), 569-577.
- Rowe, G., Hirsh, J. B. et Anderson, A. K. (2007). Positive affect increases the breadth of attentional selection. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104(1), 383-388.

- Russell, J. A. (1980). A circumplex model of affect. *Journal of personality and social psychology*, 39(6), 1161-1178.
- Salamé, P. et Baddeley, A. (1989). Effects of background music on phonological short-term memory. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A*, 41(1), 107-122.
- Salimpoor, V. N., Benovoy, M., Longo, G., Cooperstock, J. R. et Zatorre, R. J. (2009). The rewarding aspects of music listening are related to degree of emotional arousal. *PloS one*, 4(10), e7487.
- Salthouse, T. A. (2010). Is flanker-based inhibition related to age? Identifying specific influences of individual differences on neurocognitive variables. *Brain and Cognition*, 73(1), 51-61.
- Schellenberg, E. G., Nakata, T., Hunter, P. G. et Tamoto, S. (2007). Exposure to music and cognitive performance: Tests of children and adults. *Psychology of Music*, 35(1), 5-19.
- Shapiro, K. L., Raymond, J. et Arnell, K. (1997). The attentional blink. *Trends in cognitive sciences*, 1(8), 291-296.
- Shih, Y.-N., Chien, W.-H. et Chiang, H.-s. (2016). Elucidating the relationship between work attention performance and emotions arising from listening to music. *Work*, 55(2), 489-494.
- Shih, Y.-N., Huang, R.-H. et Chiang, H.-Y. (2012). Background music: Effects on attention performance. *Work*, 42(4), 573-578.
- Theeuwes, J. (2010). Top-down and bottom-up control of visual selection. *Acta psychologica*, 135(2), 77-99.

- Thompson, R. G., Moulin, C., Hayre, S. et Jones, R. (2005). Music enhances category fluency in healthy older adults and Alzheimer's disease patients. *Experimental aging research*, 31(1), 91-99.
- Thompson, W. F., Schellenberg, E. G. et Husain, G. (2001). Arousal, mood, and the Mozart effect. *Psychological science*, 12(3), 248-251.
- Trost, W., Ethofer, T., Zentner, M. et Vuilleumier, P. (2011). Mapping aesthetic musical emotions in the brain. *Cerebral Cortex*, 22(12), 2769-2783.
- Van Den Bosch, I., Salimpoor, V. et Zatorre, R. J. (2013). Familiarity mediates the relationship between emotional arousal and pleasure during music listening. *Frontiers in human neuroscience*, 7, 534.
- Vieillard, S., Peretz, I., Gosselin, N., Khalfa, S., Gagnon, L. et Bouchard, B. (2008). Happy, sad, scary and peaceful musical excerpts for research on emotions. *Cognition & emotion*, 22(4), 720-752.
- Wild-Wall, N., Falkenstein, M. et Hohnsbein, J. (2008). Flanker interference in young and older participants as reflected in event-related potentials. *Brain Research*, 1211, 72-84.
- Zeef, E. J., Sonke, C. J., Kok, A., Buiten, M. M. et Kenemans, J. (1996). Perceptual factors affecting age-related differences in focused attention: Performance and psychophysiological analyses. *Psychophysiology*, 33(5), 555-565.