

Université de Montréal

**Modulation du réflexe acoustique de sursaut et de  
l'inhibition par le prépulse : Une comparaison entre les  
jeunes adultes et les âgés**

par

Jolyanne Le Duc

Département de Sciences biomédicales

Faculté de Médecine

Mémoire présenté à la Faculté de Médecine

en vue de l'obtention du grade de Maître

en Sciences biomédicales

option générale

Août 2013

© Jolyanne Le Duc, 2013

Université de Montréal  
Faculté des études supérieures et postdoctorales

Ce mémoire intitulé :

Modulation du réflexe acoustique de sursaut et de l'inhibition par le prépulse : Une  
comparaison entre les jeunes adultes et les âgés

Présenté par :  
Jolyanne Le Duc

a été évalué par un jury composé des personnes suivantes :

François Champoux, président-rapporteur  
Sylvie Hébert, directrice de recherche  
Pierre Rainville, membre du jury

## Résumé

Une des théories actuellement prépondérante pour expliquer le déclin cognitif observé chez les personnes âgées est une perte généralisée de la fonction inhibitrice. En revanche, de plus en plus d'études révèlent un maintien et même un gain sur le plan émotionnel chez les âgés. Afin de caractériser l'effet de l'âge sur la fonction inhibitrice et sur les émotions, nous avons utilisé le paradigme bien connu du réflexe acoustique de sursaut et de son inhibition par le prépulse, un phénomène reconnu comme reflétant le filtrage sensorimoteur, soit une mesure pré-attentionnelle d'inhibition. Le réflexe acoustique de sursaut est une réponse du corps tout entier à un bruit fort et inattendu et a été mesuré via la magnitude et la latence du clignement des yeux. La présentation d'un son faible (prépulse) quelques millisecondes avant le bruit de sursaut réduit la réponse de sursaut. Deux groupes de participants (jeunes adultes et âgés) ont visionné des images plaisantes, neutres et déplaisantes issues du International Affective Picture System (IAPS), lesquelles étaient associées à des stimuli auditifs évaluant le réflexe acoustique de sursaut et son inhibition par le prépulse. Les résultats démontrent que le réflexe de sursaut est modulé différemment par les émotions chez les jeunes adultes et les âgés. Plus particulièrement, les adultes âgés ont un plus grand réflexe de sursaut que les jeunes adultes lorsqu'ils visionnent des images plaisantes et neutres. Le processus d'inhibition par le prépulse est également modulé différemment par les émotions chez les âgés et les jeunes adultes: les âgés ont une plus grande inhibition du réflexe de sursaut que les jeunes adultes lorsqu'ils visionnent des images plaisantes et déplaisantes, mais ils ne diffèrent pas des jeunes adultes pour les images neutres. Dans l'ensemble, les résultats obtenus ne sont pas compatibles avec une perte d'inhibition chez les adultes âgés, et supportent plutôt un biais émotionnel positif.

**Mots-clés :** Réflexe acoustique de sursaut, Émotion, Vieillesse, Âgés, Jeunes, Inhibition par le prépulse, International Affective Picture System, Filtrage sensorimoteur

## **Abstract**

Aging is often characterized by a decline in cognitive abilities and a loss of inhibitory function. At the same time there is promising, yet limited to date, evidence of a better emotion regulation with aging. In order to characterize the effect of age on inhibitory function and emotions, in this study the well-known acoustic startle paradigm and its inhibition by a prepulse, a phenomenon known to engage sensorimotor gating, were used. The acoustic startle reflex, a whole-body reflex in response to a loud and unexpected sound, was measured through eye blink magnitude and latency. The inhibition of this acoustic startle response by the presentation of a weak sound, a prepulse, was also measured. Two groups of 30 adults (young and older adults) viewed pleasant, neutral, and unpleasant images from the International Affective Picture System (IAPS) while startle and prepulse trials were presented. The results show that the startle response is differently modulated in the two groups, with the elderly displaying a greater startle reflex while viewing pleasant and neutral pictures compared to young adults. Prepulse inhibition is also differently modulated by emotions in young adults and their older counterparts, with the latter exhibiting a greater inhibition of the startle reflex when viewing pleasant and unpleasant pictures (but not for neutral pictures) compared to young adults. In summary, the present data do not support a decline of the inhibitory function with increasing age, but rather support a positivism effect.

**Keywords** : Acoustic Startle Reflex, Emotion, Aging, Prepulse inhibition, Sensory motor gating, International Affective Picture System, Eye Blink

Table des matièresRésumé .....	iii
Abstract .....	iv
Table des matières .....	v
Liste des tableaux .....	vii
Liste des figures .....	ix
Liste des abréviations .....	xiii
Remerciements .....	xiv
CHAPITRE I CONTEXTE THÉORIQUE .....	1
1.1 Position du problème .....	2
1.2 Réflexe acoustique de sursaut .....	2
1.2.1 Portrait de la modulation par les émotions : Jeunes adultes .....	4
1.2.2 Portrait de la modulation par le vieillissement .....	7
1.2.3 Régulation émotionnelle chez les âgés .....	8
1.2.4 Portrait de la modulation par les émotions : Âgés .....	10
1.3 Inhibition du réflexe acoustique de sursaut par le prépulse .....	11
1.3.1 Portrait de la modulation par les émotions : Jeunes adultes .....	13
1.4 La présente étude .....	14
CHAPITRE II ARTICLE .....	16
Introduction .....	20
Does age affect the Startle Reflex and PPI? .....	20
Do emotions affect the Startle Reflex? .....	22
Do emotions and age interact on prepulse inhibition? .....	23
The present study .....	24
Methods .....	25
Participants .....	25
Stimuli and apparatus .....	25
Procedure .....	27
Manipulation check .....	28
Data processing and statistical analyses .....	28
Results .....	30
Startle .....	30

PPI.....	32
Manipulation check.....	34
Discussion.....	35
Implications of the present findings.....	36
Limitations.....	37
References.....	39
Tables.....	45
Figures.....	47
CHAPITRE III DISCUSSION GÉNÉRALE.....	54
3.1 Réflexe acoustique de sursaut.....	55
3.1.1 Réactivité moindre chez les âgés.....	55
3.1.2 Modulation par les émotions différente chez les jeunes adultes et les âgés.....	57
3.2. Inhibition par le prépulse.....	60
3.2.1 Meilleure inhibition par le prépulse chez les âgés.....	60
3.2.2. Présence de modulation de l'inhibition par le prépulse par les émotions.....	61
CHAPITRE IV CONCLUSION.....	65
RÉFÉRENCES.....	67
ANNEXE I.....	xi
ANNEXE II.....	xxii
ANNEXE III.....	xxvi
ANNEXE IV.....	xxviii
ANNEXE V.....	xxxiii
ANNEXE VI.....	xxxvi
ANNEXE VII.....	xxxix

## Liste des tableaux

Tableau 1.	Caractéristiques sociodémographiques (écart-type) des jeunes adultes et des âgés.	47
Tableau 2.	Récapitulatif de l'inhibition par le prépulse pour chaque type d'image (plaisantes, neutres et déplaisantes) pour chacun des groupes (jeunes adultes vs âgés) pour le prépulse en hautes et basses fréquences. * = $p < .05$ ; ** = $p < .01$ représentent la différence significative entre les conditions (plaisant, neutre et déplaisant) au sein de chaque groupe.	48

## Liste des figures

Figure 1.	Représentation schématique des circuits neuronaux simplifiés responsables de la potentialisation du sursaut dans un contexte émotionnel déplaisant.	6
Figure 2.	Représentation schématique de la tâche : bruit de sursaut et prépulse.	49
Figure 3.	Magnitude brute moyenne (A) et valeurs normalisées (B) du clignement des yeux suite au bruit de sursaut pendant le visionnement d'images plaisantes, neutres et déplaisantes chez les jeunes adultes et les âgés. La condition sans image est présente à des fins de référence. Les barres d'erreur correspondent à l'erreur standard. Valeur de $p$ : * = $p < .05$ ; ** = $p < .01$ .	50
Figure 4.	Latence moyenne du clignement des yeux pendant le visionnement d'images plaisantes, neutres et déplaisantes chez les jeunes adultes et les âgés. La condition sans images est présente à des fins de référence. Les barres d'erreur correspondent à l'erreur standard. Valeur de $p$ : * = $p < .05$ ; ** = $p < .01$ .	51



- Figure 5. Magnitude brute moyenne du clignement des yeux suite au bruit de sursaut avec prépulse (PPI) pendant le visionnement d'images plaisantes, neutres et déplaisantes chez les jeunes adultes et les âgés (valeurs de prépulse en hautes et basses fréquences combinées). La condition sans image est présente à des fins de référence. Les barres d'erreur correspondent à l'erreur standard. Valeur de  $p$  : \* =  $p < .05$ ; \*\* =  $p < .01$ . 52
- Figure 6. Magnitude standardisée moyenne du clignement des yeux suite au bruit de sursaut avec prépulse (PPI) en hautes (A) et basses (B) fréquences pendant le visionnement d'images plaisantes, neutres et déplaisantes chez les jeunes adultes et les âgés. La condition sans image est présente à des fins de référence. Les barres d'erreur correspondent à l'erreur standard. Valeur de  $p$  : \* =  $p < .05$ ; \*\* =  $p < .01$ . 53
- Figure 7. Facilitation de la latence moyenne du clignement des yeux suite au bruit de sursaut avec prépulse (PPI) en hautes (A) et basses (B) fréquences pendant le visionnement d'images plaisantes, neutres et déplaisantes chez les jeunes adultes et les âgés. La condition sans image est présente à des fins de référence. Les barres d'erreur correspondent à l'erreur standard. Valeur de  $p$  : \* =  $p < .05$ ; \*\* =  $p < .01$ . 54

Figure 8. *Valence (A) et Arousal (B) moyens des images* 55  
plaisantes, neutres et déplaisantes tels qu'évalués par les  
jeunes adultes (n = 27) et les âgés (n = 22). Les barres  
d'erreur correspondent à l'erreur standard. Valeur de  $p$  :  
\* =  $p < .05$ ; \*\* =  $p < .01$ .

## Liste des abréviations

BDI-II	Beck Depression Inventory II
EMG	Electromyography
IAPS	International Affective Picture System
ITI	Intertrial-Interval
M	Mean
PPI	Prepulse inhibition
SAM	Self-Assessment Manikin
SD	Standard Deviation

## Remerciements

Je remercie de tout cœur Sylvie Hébert pour sa rigueur scientifique, son esprit critique admirable, mais aussi pour son accueil, ses rires et son soutien. Merci d'avoir été une directrice de recherche exemplaire, j'ai adoré travailler dans ton labo!

Je tiens aussi à remercier Philippe Fournier qui a toujours été présent, à toutes les étapes de ma maîtrise, pour m'épauler, répondre à mes questions et piquer ma curiosité. Merci d'avoir été là Phil, tu as été un guide hors pair!

Comment oublier Charles-Édouard et Alice? Mes deux comparses de maîtrise qui ont su me motiver, mais aussi me permettre de décrocher lorsque le stress était grand. Je ne garde que des bons souvenirs de ma maîtrise grâce à vous!

Un merci énorme à mes parents qui m'ont poussée à me dépasser et qui ont toujours été là pour m'encourager. Merci papa de m'avoir si souvent répété « Si tu veux, tu peux! ». Merci maman de m'avoir si souvent écoutée et d'avoir toujours su trouver les bons mots. Je vous aime tellement!

Un merci tout spécial à Paco qui m'a toujours soutenue, et ce, jusqu'à la toute fin. Merci pour ton écoute et surtout ton amour, si tu savais à quel point je t'aime!

**CHAPITRE I**  
**CONTEXTE THÉORIQUE**

## ***1.1 Position du problème***

La question de l'influence des émotions et de l'âge sur l'inhibition par le prépulse (PPI) est de grande importance. Tout d'abord, l'étude de l'inhibition par le prépulse permet de vérifier la pertinence de la théorie sur le vieillissement cognitif suggérant que le déclin cognitif observé chez les personnes âgées résulterait principalement d'une perte généralisée de la fonction inhibitrice. À cela s'ajoute que malgré le fait qu'un déclin général des fonctions cognitives soit observé avec le vieillissement, de plus en plus d'études révèlent un maintien et même un gain au niveau émotionnel chez les âgés. Conséquemment, l'étude de la modulation du réflexe acoustique de sursaut et du PPI par les émotions chez des âgés peut permettre de mieux comprendre l'évolution de celles-ci avec l'âge. Cette étude est la première étude à se pencher sur la modulation du PPI par les émotions chez les âgés en comparaison avec des jeunes adultes. De plus, le PPI est largement employé pour étudier divers états pathologiques tels que la schizophrénie. Ainsi, dans l'éventualité où ce paradigme est influencé par les émotions et le vieillissement, ces éléments peuvent devenir des variables confondantes des déficits liés au PPI et donc doivent être pris en compte dans l'étude du PPI. Ce mémoire par article est composé d'une introduction générale qui recense la littérature sur le réflexe acoustique de sursaut, son inhibition par le prépulse ainsi que la modulation de ces deux paradigmes par l'âge et les émotions, de l'article lui-même, et d'une discussion générale.

## ***1.2 Réflexe acoustique de sursaut***

Les êtres vivants possèdent plusieurs réflexes qui sont souvent des réactions de défense et qui consistent en une réponse musculaire involontaire, stéréotypée et très rapide à un stimulus. Malgré le fait que les plus simples circuits nerveux que l'on puisse trouver soient ceux responsables des réflexes, on peut tout de même distinguer les trois étapes propres à de nombreux circuits nerveux, soit l'entrée sensorielle, le traitement de l'information et la sortie motrice. Plus précisément, le circuit du réflexe acoustique de sursaut inclut la cochlée, la portion auditive du 8<sup>e</sup> nerf crânien, le noyau cochléaire ventral, les noyaux du lemniscus latéral, le noyau reticularis pontis caudalis, ce qui active les interneurons spinaux et les neurones moteurs pour engendrer la réaction de sursaut (Davis et al., 1982). Il se distingue des voies ascendantes impliquées dans la localisation et la

perception auditive, soit la cochlée, le nerf auditif, le noyau cochléaire, le complexe olivaire supérieur, le colliculus supérieur, le corps genouillé médian puis le cortex auditif. Le réflexe de sursaut est une réponse du corps tout entier à un stimulus soudain et surprenant tel qu'un flash lumineux ou un stimulus tactile. Ce type de réflexe a pour but de protéger les zones vulnérables du corps telles que les yeux et la nuque. Le réflexe acoustique de sursaut est occasionné par un bruit fort et inattendu. Ce réflexe est présent chez plusieurs espèces et est en fonction tout au long de la vie. Il se produit très rapidement, de l'ordre de 30 ms à 50 ms après le bruit (Lang, Cuthbert, & Bradley, 1990) et inclut, entre autres, un clignement des yeux, un haussement des épaules et une contraction des muscles du tronc. Chez l'humain, il est généralement mesuré par le clignement des yeux (c'est-à-dire par la contraction du muscle *orbicularis oculi*) et la magnitude, la latence et l'habituation sont les paramètres généralement observés. Dès les années 1930, ce réflexe a attiré la curiosité de chercheurs tels que Landis, Hunt et Strauss (1939). Ce réflexe de protection a été principalement examiné par des études sur l'attention et le conditionnement par la peur. Ainsi, on sait que l'ampleur du réflexe de sursaut est dépendante de la modalité, c'est-à-dire de l'allocation d'attention dans la modalité du stimulus surprenant (Anthony & Graham, 1985). Par exemple, le réflexe causé par un stimulus sonore surprenant pendant qu'une activité de visualisation d'images est en cours est réduit comparativement à celui causé lors d'une activité d'écoute musicale. Le réflexe de sursaut est aussi dépendant de l'intérêt, par exemple, une image captivante demande plus d'attention et conséquemment réduit davantage le sursaut qu'une image ennuyante (Simons & Zelson, 1985). Conséquemment, ce réflexe a été largement employé en tant que mesure de l'allocation des ressources cognitives relatives à l'attention. Les études animales et humaines sur le conditionnement par la peur ont révélé que le sursaut est potentialisé lorsque le bruit de sursaut se produit pendant un état d'appréhension ou de peur (Davis & Astrachan, 1978). Puisque le bruit de sursaut est un stimulus aversif, il a été suggéré que ce dernier agit en synergie avec l'état de peur, occasionnant ainsi une réaction plus forte, un sursaut facilité (Lang, 1995). La découverte de la modulation du réflexe acoustique de sursaut par la peur a mené naturellement à l'étude de l'impact de l'état émotionnel sur ce réflexe.

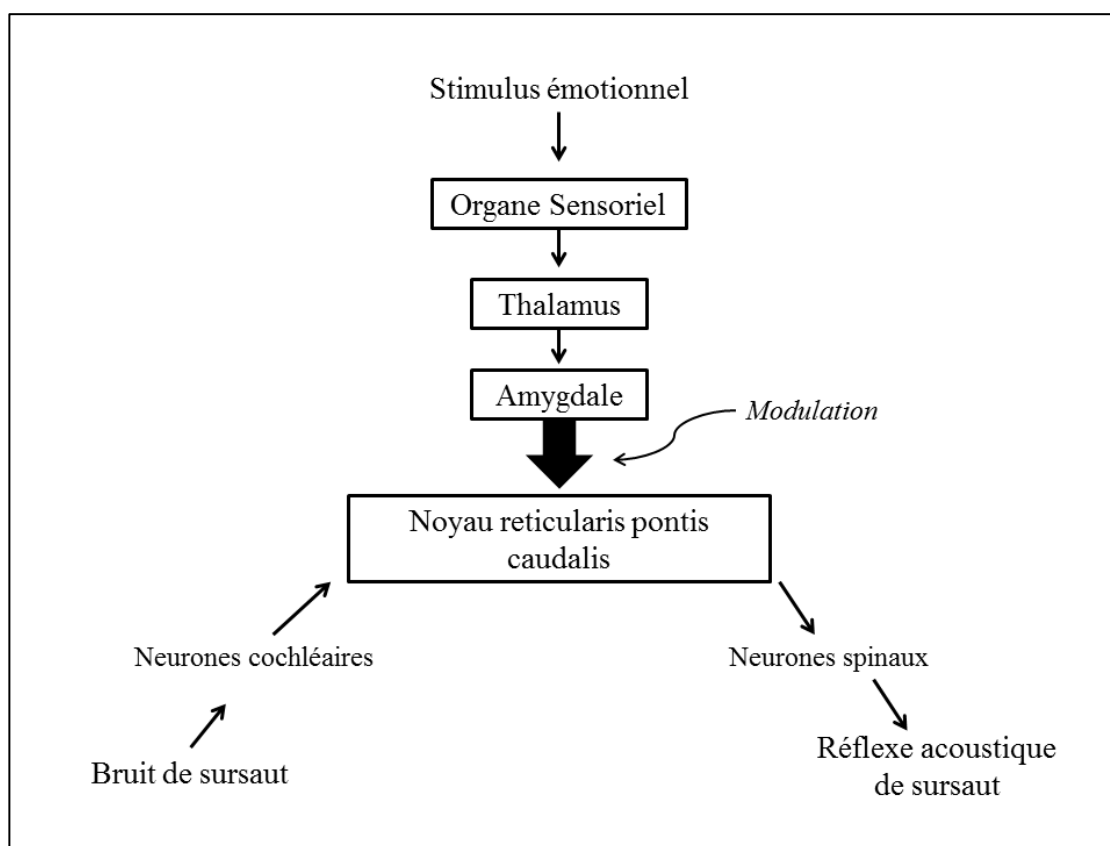
### ***1.2.1 Portrait de la modulation par les émotions : Jeunes adultes***

Les émotions seraient issues et régies par deux systèmes motivationnels opposés, soit le système appétitif et le système aversif (Bradley, Codispoti, Cuthbert, & Lang, 2001; Lang, Bradley, & Cuthbert, 1997). Le système appétitif résulterait de contextes favorisant la survie et serait responsable de comportements comme la salivation et la copulation alors que le système aversif dériverait de situations mettant en péril la survie et aurait pour conséquence des comportements défensifs tels que la fuite et le combat. Les émotions peuvent être interprétées selon deux paramètres généraux, soit la *valence* et l'*arousal* (Lang, Cuthbert, et al., 1990). Les termes anglais seront ici employés étant donné l'absence de termes appropriés et justes dans la langue française. La *valence* est la notion d'affect, mesurée par une échelle allant de très plaisant à très déplaisant, tandis que l'*arousal* est l'intensité de stimulation provoquée par l'émotion, mesurée par une échelle allant de très stimulant à très relaxant. En d'autres mots, la *valence* représente le jugement de plaisir ou de déplaisir d'une situation et ainsi lequel des deux systèmes motivationnels, appétitif ou aversif, est enclenché. L'*arousal* représente, quant à lui, l'intensité d'activation de ce système motivationnel (Bradley et al., 2001).

La *valence* et l'*arousal* peuvent moduler le réflexe acoustique de sursaut (Bradley, Cuthbert, & Lang, 1988; Vrana, Spence, & Lang, 1988). Dans le cadre de ces deux études, le bruit de sursaut a été présenté à un groupe de jeunes adultes alors que ceux-ci visualisaient des images plaisantes (stimulantes), neutres (ennuyantes) et déplaisantes (stimulantes). L'ampleur du réflexe de sursaut a été mesurée via la magnitude du clignement des yeux. Les images déplaisantes ont causé un sursaut plus grand que les images neutres, ces dernières ayant causé un sursaut plus grand que les images plaisantes. Ce patron de réponse ne peut s'expliquer par une simple modulation par l'intérêt et l'*arousal* des images. En effet, si l'attention et l'intérêt étaient les seuls modulateurs du réflexe de sursaut, les deux types d'images émotionnelles (plaisantes et déplaisantes), évaluées comme étant plus intéressantes et stimulantes que les images neutres, causeraient toutes deux une réduction du sursaut plus grande que les images neutres (Bradley, Cuthbert, & Lang, 1991). Cette réduction serait indubitablement proportionnelle à leur niveau d'*arousal*, une image moins stimulante occasionnant une inhibition moindre. Le patron de réponse linéaire du réflexe acoustique de sursaut ne concorde pas avec cette explication, car



les images plaisantes, bien que généralement considérées comme étant moins stimulantes que les images déplaisantes, demeurent néanmoins plus stimulantes que les images neutres (Bradley et al., 2001). La facilitation du sursaut par les images déplaisantes et son inhibition par les images plaisantes ont été expliquées par un impact des systèmes motivationnels sur le réflexe acoustique de sursaut (Bradley, Cuthbert, & Lang, 1990; Lang, 1995; Lang, Bradley, & Cuthbert, 1990). Le visionnement d'images déplaisantes enclencherait le système motivationnel aversif, comme le fait l'état de peur dans les études de conditionnement par la peur. Ceci agirait en synergie avec le stimulus aversif qu'est le bruit de sursaut et ainsi potentialiserait le réflexe subséquent, soit le réflexe acoustique de sursaut. À l'opposé, le réflexe serait inhibé suite au visionnement d'images plaisantes comparativement aux images neutres, car le système motivationnel appétitif serait engagé, ce dernier induisant des prédispositions contraires au bruit de sursaut. Les études animales, particulièrement chez les rongeurs, ont permis de localiser et d'identifier certaines composantes du circuit neuronal des systèmes motivationnels aversif et appétitif (Davis, 1989; Davis, Gendelman, Tischler, & Gendelman, 1982; Fendt, Koch, & Schnitzler, 1994). La stimulation émotionnelle de l'organe sensoriel est d'abord traitée par noyau du thalamus spécifique à ce sens puis par le cortex sensoriel approprié. Le signal est ensuite envoyé à l'amygdale puis transmis aux différents circuits de réponse du système aversif. Une voie plus courte, et donc plus rapide, existe entre le thalamus et l'amygdale. Le réflexe acoustique de sursaut est ainsi modulé via des projections directes de l'amygdale vers le noyau reticularis pontis caudalis, potentialisant celui-ci dans un contexte de nociception et de conditionnement par la peur (Lang, Bradley, & Cuthbert, 1998) tel qu'illustré en Figure 1. L'inhibition du réflexe de sursaut par les émotions positives, quant à elle, nécessite un noyau accumbens intact (Koch, Schmid, & Schnitzler, 1996).



**Figure 1.** Représentation schématique des circuits neuronaux simplifiés responsables de la potentialisation du sursaut dans un contexte émotionnel déplaisant.

Le processus responsable de la latence du réflexe acoustique de sursaut, tel que mesuré par le clignement des yeux, étant à ce jour considéré différent de celui responsable de la magnitude de ce clignement, sa modulation par les émotions peut s'avérer être dissemblable. Les résultats obtenus concernant cette modulation ne dressent guère un portrait clair. Aucun effet de *valence* sur la latence du sursaut n'a été identifié dans une étude où de jeunes adultes devaient réaliser une tâche d'imagerie mentale avec des scripts émotionnels (Cook, Hawk, Davis, & Stevenson, 1991). Une latence plus courte a cependant été trouvée lorsque les scripts employés étaient hautement stimulants (peur, colère et joie) comparativement aux scripts faiblement stimulants (tristesse et relaxation plaisante), suggérant un effet d'*arousal*. Toutefois, une autre étude a rapporté que la latence du clignement des yeux suite au sursaut était significativement plus courte lors de l'écoute d'extraits musicaux déplaisants comparativement aux extraits plaisants chez des adultes âgés entre 20 et 40 ans (Roy, Mailhot, Gosselin, Paquette, & Peretz, 2009). De même, une latence plus courte pour les images déplaisantes comparativement aux images plaisantes

chez de jeunes adultes a été rapportée par une autre étude (Bradley, Cuthbert, & Lang, 1996b). Ces deux dernières études avaient sélectionné les stimuli plaisants et déplaisants en s'assurant de leur *arousal* similaire, ce qui n'était pas le cas de la première étude dans laquelle les stimuli déplaisants ont été notés comme ayant un niveau d'*arousal* significativement plus grand que les stimuli plaisants (Cook et al., 1991). Par contre, ceci explique mal les résultats puisque si la latence était influencée par l'*arousal* des images tel que le suggèrent les résultats de Cook et collaborateurs (1991), une réponse de sursaut similaire aurait été enregistrée pour les stimuli plaisants et déplaisants chez Roy et collaborateurs (2009) et chez Bradley et collaborateurs (1996). Étant donné que les trois études ont rapporté des unités de mesure différentes (temps de réponse comportementaux, latence brute, réduction de latence, score *t*), il est difficile de comparer directement leurs résultats.

### ***1.2.2 Portrait de la modulation par le vieillissement***

Les études animales démontrent que la magnitude du réflexe acoustique de sursaut est dépendante de l'âge, âge avancé étant synonyme de sursaut moindre (Varty, Hauger, & Geyer, 1998; Willott, Carlson, & Chen, 1994). Les études sur le réflexe acoustique de sursaut chez les adultes âgés signalent l'existence d'une ampleur ou une probabilité de sursaut moindre (c'est-à-dire le nombre de sursauts retenus divisé par le nombre total de stimuli envoyés, multiplié par 100) chez les âgés comparativement aux jeunes adultes sans pour autant suggérer des pistes d'explication (Ford et al., 1995; Kofler, Muller, Reggiani, & Valls-Sole, 2001; Ludewig et al., 2003). Une étude a ainsi rapporté que les âgés (50 à 60 ans) ont une magnitude de sursaut significativement plus faible que les jeunes adultes (20 à 49 ans) (Ludewig et al., 2003) alors qu'une autre a démontré que les âgés (âge moyen : 69 ans) clignaient des yeux moins souvent que les jeunes adultes (âge moyen : 22 ans), et ce, même si le bruit de sursaut était ajusté aux seuils auditifs de chaque participant, écartant par le fait même que l'hyporéactivité des âgés est occasionnée par des déficits auditifs (Ford et al., 1995). Quant à la latence, lorsqu'elle est mesurée, elle est plus longue chez les âgés comparativement aux jeunes adultes (Ellwanger, Geyer, & Braff, 2003; Kofler et al., 2001). La modulation de cette réponse motrice par le vieillissement peut avoir diverses sources, qu'elles soient d'ordre cognitives ou physiologiques, notamment une possible fatigue

musculaire, des traitements cognitifs ralentis, une concentration moindre ou une allocation inefficace des ressources attentionnelles.

### ***1.2.3 Régulation émotionnelle chez les âgés***

Malgré le fait qu'un déclin général des fonctions cognitives soit observé avec le vieillissement, de plus en plus d'études révèlent un maintien et même un gain au niveau émotionnel chez les âgés (Levenson & Qualls, 2000). En effet, bien qu'une ample portion du traitement émotionnel soit innée, une grande partie de celui-ci est acquis au fil des défis rencontrés au cours de la vie. De nombreux nouveaux défis émotionnels, tel que la perte d'être chers et la maladie, surviennent en fin de vie ce qui laisse croire à un apprentissage continu durant ce stade de vie. L'expérience étant inextricablement liée à l'âge, l'accomplissement d'une maturation émotionnelle chez les âgés permettrait une meilleure régulation émotionnelle chez ceux-ci (Carstensen, Pasupathi, Mayr, & Nesselrode, 2000). Certaines études suggèrent d'ailleurs que les adultes âgés organisent leur environnement afin de maximiser les émotions positives et réduire les émotions négatives (Carstensen & Lockenhoff, 2003; Mroczek & Kolarz, 1998). Ce fonctionnement émotionnel est, certes, partiellement lié à une maturation émotionnelle, mais serait d'autant plus influencé par la perspective d'un futur plus court, plutôt que par les expériences passées (Carstensen et al., 2000). Cette suggestion, appelée la théorie de la sélectivité socio-émotionnelle, propose que les jeunes adultes, étant en plein apprentissage et ayant un long futur devant eux, sont motivés par la quête du savoir et ce, même si leur bien-être émotionnel en est réduit. Le portrait contraire se dessine pour les âgés, ceux-ci priorisant une satisfaction via des buts émotionnellement sensés, dans un futur proche, plutôt que l'hypothétique poursuite du bonheur. Dans une étude qui évaluait la fréquence et l'intensité des émotions vécues au quotidien chez des adultes âgés entre 18 et 94 ans (Jeunes adultes: 19-34 ans, Adultes d'âge intermédiaire : 35-64 ans; Âgés : 65-94), les âgés éprouvaient des émotions positives aussi souvent que les jeunes adultes. Les adultes éprouveraient cependant de moins en moins d'émotions négatives jusqu'à l'âge approximatif de 60 ans et ressentiraient avec autant d'intensité les émotions positives et négatives que les jeunes adultes. Des résultats similaires ont été révélés par une étude longitudinale sur quatre générations dans laquelle le niveau d'affect positif et négatif ont été évalués via le questionnaire Bradburn Affect

Balance Scale (Bradburn, 1969) (Charles, Reynolds, & Gatz, 2001). Dans un premier temps, l'étude indique que le niveau d'affect négatif décroît de façon constante chez les jeunes adultes (âge moyen : 20 ans) et les adultes d'âge intermédiaire (âge moyen : 39 ans) alors que chez les âgés (âge moyen : 64 ans), à partir d'environ 60 ans, ce taux de réduction devient plus faible. Cette constante diminution jusqu'à environ 60 ans a aussi été trouvée par (Carstensen et al., 2000) alors qu'on dénote une stabilisation de l'affect négatif à partir de cet âge. Dans leur ensemble, ces résultats suggèrent qu'avec l'âge, les émotions négatives sont de moins en moins prépondérantes. Dans un deuxième temps, tout comme dans le cas de l'étude de Carstensen et collaborateurs (2000), une étude longitudinale a révélé une stabilité du niveau d'affect positif jusqu'à l'âge d'environ 60 ans. Contrairement à l'étude de Carstensen et collaborateurs (2000), on note une réduction de l'affect positif entre les groupes d'âge de 60 à 80 ans (Charles et al., 2001). Ces résultats divergents peuvent potentiellement s'expliquer par un effet de cohorte tel que suggéré par les résultats de l'étude de Charles et collaborateurs (2001). En effet, lorsqu'interrogés au même âge, les hommes âgés nés au début du 20e siècle ont rapporté un affect positif moindre que ceux nés autour de l'année 1928. Il est possible que le fait d'avoir vécu la Grande Dépression en étant adulte ait modulé leur perception du monde et de leurs émotions, tel que suggéré par (Costa et al., 1987). Dans l'ensemble, les études mentionnées dressent le portrait d'un vieillissement au cours duquel un maintien de l'affect positif et une diminution de l'affect négatif ont lieu. À ce jour, seules quelques études se sont penchées sur la présence de différences entre les jeunes adultes et les âgés en ce qui a trait à la régulation émotionnelle, ces dernières suggérant que le vieillissement est associé à une meilleure régulation émotionnelle (Brummer, Stopa, & Bucks, 2013; Gross et al., 1997). Dans l'une d'elles (Brummer et al., 2013), les stratégies de régulation émotionnelle utilisées par trois groupes d'adultes (18-29 ans, 30-64 ans, 65 ans et plus) ont été évaluées. Les stratégies de régulation émotionnelle influencent quelles émotions sont éprouvées ainsi que comment et quand elles sont éprouvées. Les résultats suggèrent que comparativement aux jeunes adultes, les âgés utilisent de meilleure façon la suppression, une stratégie de régulation correspondant au fait d'inhiber les réponses provoquées par une émotion. Contrairement aux jeunes adultes, ce plus grand usage n'est pas associé à des niveaux de détresse psychologique plus élevés. Ceci laisse croire que la suppression est une stratégie de régulation émotionnelle appropriée pour les stress vécus en fin de vie qui ne mène pas aux mêmes conséquences négatives telles qu'éprouvées par les jeunes adultes. Des études

d'imagerie ont même révélé que les corrélats neuronaux du traitement des émotions varient avec le vieillissement (Ritchey, Bessette-Symons, Hayes, & Cabeza, 2011). En résumé, le portrait dressé par les études précédemment évoquées dévoile un vieillissement au cours duquel il y a un maintien, et même un gain de quelques aspects, des compétences émotionnelles.

#### ***1.2.4 Portrait de la modulation par les émotions : Âgés***

L'étude d'une mesure influencée par les émotions telle que le réflexe acoustique de sursaut semble tout à fait pertinente afin d'analyser les compétences émotionnelles des adultes âgés. Dans une étude récente ayant mesuré le réflexe de sursaut acoustique combiné à la présentation d'images plaisantes, neutres et déplaisantes à des jeunes adultes (18-23 ans) et des personnes âgées (65-88 ans) (Feng, Courtney, Mather, Dawson, & Davison, 2011), le patron observé chez Bradley et al. (1988) ainsi que Vrana et al. (1988) a été reproduit chez les jeunes adultes, c'est-à-dire que ceux-ci ont montré un sursaut potentialisé lors du visionnement d'images déplaisantes et un sursaut inhibé lors du visionnement d'images plaisantes. Cependant, chez les âgés, un patron de réponse tout autre a été révélé, c'est-à-dire un sursaut plus élevé lors du visionnement d'images plaisantes comparativement aux images déplaisantes et neutres. Aucune différence en terme d'*arousal* n'a été identifiée entre les deux groupes, l'un et l'autre ayant noté les images comme similairement stimulantes, de ce fait éliminant la possibilité d'un impact de l'*arousal* sur la magnitude du réflexe acoustique de sursaut (Cuthbert, Bradley, & Lang, 1996; Lang, Bradley, et al., 1990). Feng et collaborateurs (2011) ont suggéré que ce patron de réponse s'expliquerait par un biais émotionnel positif chez les âgés. Faisant preuve d'une meilleure régulation émotionnelle, les âgés traiteraient les stimuli positifs plus profondément et réduiraient le traitement des stimuli négatifs (suppression) (voir aussi la revue de littérature de Mather & Carstensen, 2005). Deux études permettent d'ailleurs de mettre en lumière l'impact de l'engagement au cours du traitement cognitif des émotions (Herbert & Kissler, 2010; Miller, Patrick, & Levenston, 2002). Dans l'une d'elles, des jeunes adultes devaient traiter des adjectifs soit profondément (imagerie mentale) ou superficiellement durant une tâche de réflexe acoustique de sursaut (Herbert & Kissler, 2010). Ils ont démontré un sursaut plus grand lorsque les adjectifs étaient traités profondément, tout particulièrement dans le cas des adjectifs positifs. De plus, une autre étude a démontré que les âgés

expriment moins leurs émotions que les jeunes adultes, plus particulièrement la tristesse, lorsqu'ils réalisent une tâche au cours de laquelle ils doivent revivre, par la narration, des situations émotionnelles (Magai, Consedine, Krivoshekova, Kudadjie-Gyamfi, & McPherson, 2006).

Contrairement aux conclusions de Feng et collaborateurs, une autre étude sur la modulation du réflexe acoustique par les émotions a rapporté une magnitude de clignement des yeux plus grande chez les âgés que chez les jeunes adultes lors du visionnement d'images déplaisantes et aucune différence entre les deux groupes pour les images plaisantes et neutres (Smith, Hillman, & Duley, 2005). Ces résultats pourraient refléter une modulation de la réactivité émotionnelle par le vieillissement, principalement en ce qui a trait à l'*arousal* engendré par les stimuli. Il est en effet possible que les âgés aient jugé les images déplaisantes présentées comme étant plus pertinentes relativement à leur vécu que les jeunes adultes, celles-ci illustrant principalement de la douleur et des situations menaçantes. Il est ainsi possible de croire que ces stimuli déplaisants ont pu être traités plus profondément par les âgés que par les jeunes adultes. Les jugements d'*arousal* n'étaient pas présentés dans l'article, donc il n'est pas possible de vérifier avec certitude cette hypothèse.

### ***1.3 Inhibition du réflexe acoustique de sursaut par le prépulse***

Le réflexe acoustique de sursaut, en plus d'être modulé par l'âge et les émotions, est réduit par la présentation d'un son faible (prépulse), ne causant pas de sursaut, quelques millisecondes avant le bruit de sursaut. Cette inhibition par le prépulse (PPI) est le reflet d'une fonction de protection fondamentale, c'est-à-dire l'existence de mécanismes permettant la réduction ou même l'élimination d'influences perturbatrices afin de protéger le traitement de signaux tels que le prépulse. À ce jour, le paradigme du PPI est reconnu comme étant une mesure opérationnelle du filtrage sensorimoteur pré-attentionnel, c'est-à-dire l'élimination des stimuli non pertinents et répétitifs. Les études animales ont permis de mieux comprendre le circuit neuronal responsable du PPI, celui-ci incluant le réseau cortico-striato-thalamo-pallido-pontine (Swerdlow & Geyer, 1998) et de découvrir que le PPI peut être modulé par des projections descendantes en provenance de structures du circuit limbique. En fait, cette modulation détermine le taux d'efficacité d'inhibition par le

prépulse de la réponse des motoneurons du noyau facial (Swerdlow, Geyer et Braff, 2001). Ce processus d'inhibition central est altéré dans le cas de plusieurs maladies telles que la schizophrénie (Braff & Geyer, 1990; Braff et al., 1978), la maladie d'Alzheimer, la maladie d'Huntington (Braff, Geyer, & Swerdlow, 2001) et la maladie de Gilles de La Tourette (Swerdlow, Braff, Taaid, & Geyer, 1994). Cette altération, tout particulièrement chez les patients schizophrènes, se manifeste par l'incapacité à filtrer l'information non nécessaire, ceci pouvant mener à une surcharge sensorielle (Braff & Geyer, 1990). On retrouve des similitudes entre les déficits cognitifs causés par la schizophrénie et ceux causés par le vieillissement, tout particulièrement en ce qui a trait à l'inhibition (Mcdowd, Filion, Harris, & Braff, 1993). Ainsi, l'un des principaux intérêts d'étudier l'inhibition par le prépulse chez divers groupes d'âge est de valider, ou d'invalider, la théorie sur le vieillissement cognitif suggérant que le déclin cognitif observé résulterait principalement d'une perte généralisée de la fonction inhibitrice (Woodruff-Pak, 1997). En effet, le PPI étant une mesure de l'inhibition du traitement des informations sensorielles, cognitives ou motrices non pertinentes ou répétitives, une perte d'efficacité de ce processus d'inhibition amènerait une incapacité à réprimer les informations non pertinentes. Ceci aurait pour conséquence un déclin de l'attention en général ou de l'attention sélective, ce qui pourrait expliquer en grande partie la panoplie de changements cognitifs pendant le vieillissement. Le déclin de l'attention sélective pendant le vieillissement, c'est-à-dire l'habileté de filtrer les stimuli non pertinents et de faciliter le traitement des stimuli qui peuvent servir à un objectif utile, pourrait être dû à une défaillance du système inhibiteur ou du système de facilitation (Ellwanger et al., 2003). Le processus d'inhibition s'effectue à plusieurs niveaux et de diverses façons dans le cerveau. Ainsi, la mesure obtenue par le PPI est un reflet partiel de la condition du processus d'inhibition. Il demeure cependant plus que pertinent de l'étudier, car il est le reflet d'une étape précoce de ce processus d'inhibition. Un bris à un niveau aussi précoce, soit celui du filtrage sensorimoteur, pourrait avoir un impact majeur sur la suite du processus. Dans la littérature actuelle, la grande majorité des études tendent vers une indépendance de l'âge et du PPI. C'est le cas de l'étude de (Gmehlin, Kreisel, Bachmann, Weisbrod, & Thomas, 2011) qui ont évalué la magnitude du clignement des yeux chez deux groupes d'âges différents (Jeunes adultes : âge moyen de 26 ans; Âgés : âge moyen de 72 ans) et de Harbin and Berg (1983) qui ont aussi étudié deux groupes d'âges différents (17-27 et 57-77 ans). En revanche, Ellwanger et al. (2003) ont étudié une fourchette d'âge plus grande (18 à 88 ans; quatre groupes) que les études précédemment



mentionnées et ont rapporté que la réponse des divers groupes d'âge s'apparente à une fonction en forme de U inversé, c'est-à-dire un pourcentage d'inhibition du réflexe de sursaut par le prépulse plus grand pour les adultes d'âges intermédiaires (Groupe « Young » : âge moyen 29 ans; Groupe « Middle » : âge moyen 41 ans). À l'image des deux études précédemment mentionnées, aucune différence significative sur le filtrage sensorimoteur n'est cependant trouvée entre le groupe de jeunes adultes (Groupe « College » : âge moyen 21 ans) et le groupe d'âgés (Groupe « Old » : âge moyen 74 ans). À la différence de Ellwanger et al. (2003), Ludewig et al. (2003) ont étudié l'inhibition du sursaut par le prépulse chez quatre groupes d'âge distinct (20 à 60 ans) et les résultats n'ont pas révélé un effet de l'âge sur le pourcentage d'inhibition. La facilitation de la latence est une mesure relative de la réduction du temps de latence qui se produit lors de la présentation d'un prépulse avant le bruit de sursaut. Les résultats de Ellwanger et collaborateurs (2003) ont aussi révélé une facilitation de la latence avec l'âge, c'est-à-dire que les âgés débutent leur réponse de sursaut proportionnellement plus rapidement que les jeunes adultes. Ainsi, lorsque la comparaison est effectuée entre des groupes aux deux extrémités de la fourchette d'âge (Ellwanger et al., 2003; Gmehlin et al., 2011; Harbin & Berg, 1983; Ludewig et al., 2003), c'est-à-dire les jeunes adultes et les âgés, il semblerait que l'inhibition des informations redondantes et non pertinentes soit préservée au cours du vieillissement. Il est par conséquent possible de suggérer que ces résultats ne soutiennent pas la théorie du déclin de la fonction inhibitrice avec l'âge.

### ***1.3.1 Portrait de la modulation par les émotions : Jeunes adultes***

À ce jour, le réflexe acoustique de sursaut et son inhibition par le prépulse sont considérés comme étant deux processus neuronaux différents (Hawk & Cook, 2000). De ce fait, il est possible que le circuit neuronal responsable du réflexe acoustique de sursaut et les connexions modulatrices associées au PPI soient affectés différemment par les émotions. Seules deux études se sont intéressées, jusqu'à présent, à valider si les émotions ont un impact sur l'inhibition du réflexe acoustique de sursaut par le prépulse chez les jeunes adultes (Bradley, Cuthbert, & Lang, 1993; Cook et al., 1991). La première a montré une inhibition du réflexe acoustique de sursaut plus grande pour les images stimulantes (plaisantes et déplaisantes) comparativement aux images ennuyantes (neutres) (Bradley et

al., 1993). Ceci suggère un effet d'*arousal* sur le PPI et viendrait invalider la présence d'une dépendance entre la *valence* des images et le PPI. Il est cependant important de préciser que dans cette étude, l'image a une double fonction. Son apparition cause le prépulse et sa *valence* émotionnelle induit l'affect correspondant. Ainsi, l'effet mesuré peut être influencé soit par le prépulse, soit par la *valence* ou par une combinaison de ces deux éléments. Malgré une tendance vers une plus grande magnitude brute de sursaut suite à un prépulse lors du visionnement d'images déplaisantes comparativement aux images plaisantes, la magnitude brute et le pourcentage d'inhibition tels que mesurés par Hawk et Cook (2000) dans une étude avec des jeunes adultes, n'ont pas significativement différencié les conditions émotionnelles. Ainsi, les études présentées n'ont pas conclu à l'existence d'un lien entre les deux types de modulation du réflexe acoustique de sursaut que sont l'inhibition par le prépulse et les émotions. Aucune étude ne s'est penchée sur la modulation du PPI par les émotions chez les âgés jusqu'à présent.

#### ***1.4 La présente étude***

Le but principal de l'étude était de caractériser l'impact de l'âge et des émotions sur le réflexe acoustique de sursaut et son inhibition par le prépulse dans un même paradigme expérimental. Deux groupes de participants (Jeunes adultes et Âgés) ont visionné des images plaisantes, neutres et déplaisantes tirées du International Affective Picture System (IAPS : Lang, Bradley & Cuthbert, 2008) jumelées à un bruit de sursaut seul ou accompagné d'un prépulse. Les images ont été sélectionnées lors d'une étude préliminaire. Cette étude est présentée à l'Annexe I. Compte tenu des études précédemment réalisées sur le sujet, nous avons prédit qu'en général, les âgés démontreraient une magnitude de sursaut moindre et une latence plus grande que les jeunes adultes. Aussi, le sursaut serait potentialisé par les images déplaisantes chez les jeunes adultes comparativement aux images neutres et plaisantes, alors qu'il serait potentialisé par les images plaisantes chez les âgés comparativement aux images neutres et déplaisantes. En ce qui a trait à l'impact de l'âge et des émotions sur l'inhibition du réflexe acoustique de sursaut par le prépulse, les prédictions étaient moins évidentes. Malgré le fait que les deux seules études sur le sujet aient rapporté l'absence d'impact des émotions sur le PPI chez les jeunes adultes, il n'en demeure pas moins que les émotions ont un effet différent sur le réflexe de sursaut chez les

jeunes adultes et les âgés et que le circuit neuronal du réflexe acoustique de sursaut est imbriqué dans celui de l'inhibition par le prépulse. Ainsi des effets différents étaient attendus entre les jeunes adultes et les âgés.

## **CHAPITRE II**

### **ARTICLE**

**Modulation of prepulse inhibition and startle reflex by emotions: A  
comparison between young and older adults**

L'article présenté permet de mettre en lumière l'étude effectuée par Jolyanne Le Duc en collaboration avec Dr. Sylvie Hébert et Philippe Fournier, candidat au Ph. D sous la supervision du Dr. Sylvie Hébert. Le projet de recherche a été conçu conjointement avec Dr. Sylvie Hébert et Philippe Fournier. Le recrutement des participants, les sessions expérimentales avec les participants et l'extraction des données ont été entièrement réalisés par Jolyanne Le Duc. Les analyses statistiques ont été effectuées par Jolyanne Le Duc sous la supervision de Philippe Fournier et de Sylvie Hébert. L'article a été rédigé par Jolyanne Le Duc avec l'étroite collaboration de Dr. Sylvie Hébert et de Philippe Fournier.

Modulation of prepulse inhibition and startle reflex by emotions: A comparison between  
young and older adults

Jolyanne Le Duc<sup>1,2,3</sup>

Philippe Fournier<sup>1,2,3</sup>

Sylvie Hébert<sup>1,2,3</sup>

1. School of Speech Pathology and Audiology, Faculty of Medicine, Université de Montréal, C.P.6128, succursale Centre-Ville, Montréal, Québec, Canada H3C 3J7
2. BRAMS, International Laboratory for Research on Brain, Music, and Sound, Université de Montréal, C.P.6128, succursale Centre-Ville, Montréal, Québec, Canada H3C 3J7
3. CRIUGM, Centre de recherche de l'Institut Universitaire de Gériatrie de Montréal, 4545 Queen-Mary, Montréal, Québec, Canada H3W 1W5

Word count:

Correspondence should be addressed to:

Sylvie Hébert, Ph.D.

École d'orthophonie et d'audiologie

Faculty of Medicine

Université de Montréal

C.P.6128, succursale Centre-Ville

Montréal, Qc.

H3C 3J7

## Abstract

The aim of this study was to examine if emotions would modulate the acoustic startle response and sensorimotor gating differently in young and older adults. Two groups of 30 participants (mean age Young: 23.7, SD: 2.6; mean age Elderly: 63.5, SD: 3.6) were presented with three types of auditory stimuli while viewing pleasant, neutral, or unpleasant images from the International Affective Picture System (IAPS). The auditory stimuli were either 105 dB(A) startle noises, or high- or low- frequency 65 dB (A) noise bursts followed by a startle noise and presented in a silent background. Electromyographic activity of the eye blink was measured according to guidelines. Raw magnitude and latency, normalized magnitude, percent inhibition, and latency facilitation were measured. Our results show a reduced and longer startle response in older compared to younger adults when considering raw scores. When considering standardized Z-scores, older adults displayed greater eye blink than younger adults when viewing pleasant and neutral images. Sensorimotor gating was also different in young and older adults, with older adults displaying more inhibition than younger adults while viewing pleasant and unpleasant images, but not neutral images. Altogether these results argue against a loss of inhibition with increasing age, and support a “positivity” effect in older adults.

Keywords : Acoustic startle reflex, Prepulse inhibition, aging, young, emotions, international affective picture system, eye blink

## Introduction

The acoustic startle reflex is a cross-species, whole-body reflex in response to a loud and unexpected sound. Its circuitry is relatively simple (Cook et al., 1991; Kofler et al., 2001; Patrick, Bradley, & Lang, 1993) and it is easily measured in humans by the magnitude and latency of the eyeblink, one component of the startle response. The presentation of a soft, non-startling sound (prepulse) a few milliseconds before the startling sound reduces the startle reflex. Prepulse inhibition (PPI) reflects a fundamental protective function by reducing disruptive influences to the processing of prepulse signals, and is impaired in various cognitive illnesses such as schizophrenia (Braff et al., 1978). It is widely acknowledged that the PPI paradigm provides an operational measure of pre-attentive sensorimotor gating. PPI itself can be modulated via descending projections from central brain structures such as auditory cortex and limbic circuitry (Li, Du, Li, Wu, & Wu, 2009). This modulation determines how strongly the prepulse will inhibit the subsequent neural response from the facial motor nucleus responsible of the startle response (Swerdlow et coll., 2001). The purpose of the present study was to characterize the interaction of emotion and aging on the startle reflex and prepulse inhibition.

### ***Does age affect the Startle Reflex and PPI?***

Since startle and PPI are reliable measures of sensory information processing, understanding which factors have an influence on these measures is of primary interest. In particular, aging may differentially affect the sensory input and/or *the circuitry* supporting the startle reflex and the modulatory connections that underlie PPI. Therefore, many studies aimed to clarify these relationships.

### ***Startle Reflex and Aging***

Animal studies including different strains of mice and rats have shown that the acoustic startle reflex magnitude is age-dependent, with smaller reflexes in older animals (Ison, Bowen, Pak, & Gutierrez, 1997; Krauter, Wallace, & Campbell, 1981; Ouagazzal, Reiss, & Romand, 2006; Parham & Willott, 1988; Rinaldi & Thomson, 1985; Rybalko et al., 2012; Swetter, Fitch, & Markus, 2010; Varty et al., 1998; Willott et al., 1994; Willott & Turner, 1999). This effect does not seem to be dependent on the type of stimulus used to trigger the startle since similar results have been obtained with somatosensory stimuli such as airpuffs and electric shocks (Krauter et al., 1981; Varty et al., 1998). Longer response latencies with increasing age have also been found in rats and mice (Krauter et al., 1981;



Parham & Willott, 1988). A few human studies investigated the effect of age on the magnitude and latency of the startle eyeblink. Consistent with animal studies, older adults display a significantly smaller raw magnitude response to startle probes than young adults (Ellwanger et al., 2003; Feng et al., 2011; Ludewig et al., 2003). Older human adults also display longer latencies than young adults (Ellwanger et al., 2003; Kofler et al., 2001) although one study found no such effect (Ludewig et al., 2003). Altogether these results indicate that the elderly have a diminished magnitude and slower reflex responses, potentially reflecting slowed processing, increased distractibility, or inefficient allocation of attentional resources (Craig, Luo, & Sakuta, 2010).

### *PPI and Aging*

Aging is often characterized by a decline in cognitive abilities and a loss of inhibitory function (Raz, Craik, & Salthouse, 2000; West, 1996; Woodruff-Pak, 1997). Since PPI is known to give cues on the integrity of the inhibitory function, the effect of age on PPI has been studied but yielded mixed findings. For instance, animal studies have shown that PPI is not affected by age (Ison et al., 1997; Krauter et al., 1981; Ouagazzal et al., 2006; Varty et al., 1998), is reduced (Ouagazzal et al., 2006; Rybalko et al., 2012) or even enhanced (Willott & Turner, 1999; Young, Wallace, Geyer, & Risbrough, 2010) in older animals. The sparse human literature is also conflicting. Some found no modulation of sensorimotor gating by age (airpuff startle: Harbin & Berg, 1983; acoustic startle: Ludewig et al., 2003). However one study using groups spanning a wider age range reported an inverted U shaped function in prepulse inhibition, with intermediate age groups (**mean age** of 29 and 41) displaying greatest inhibition, calculated as a percentage of inhibition, and extreme groups (**mean age** of 21 and 74) displaying the lowest inhibition (Ellwanger et al., 2003). The same study also reported increased latency facilitation (e.g., a shortening of startle latency that occurs when a prepulse precedes the startling sound) with increasing age. Altogether when comparing the older adults to young adults, data do not support a decline of inhibitory function with increasing age as assessed by the PPI. It has been suggested that startle magnitude, latency, latency facilitation and prepulse inhibition are four independent processes (Dawson, Hazlett, Fillion, Nuechterlein, & Schell, 1993; Ludewig et al., 2003; Schwarzkopf, McCoy, Smith, & Boutros, 1993) but the influence of age on prepulse inhibition remains at best unclear.

## ***Do emotions affect the Startle Reflex?***

### *Emotions and Startle*

Many studies have investigated the effect of emotions on the startle reflex. The current general consensus is that the startle reflex is reliably modulated by the affective valence of the emotions, i.e., pleasant vs. unpleasant (Bradley et al., 1990, 1993; Bradley, Cuthbert, et al., 1996b; Bradley & Lang, 2000; Hawk & Cook, 1997, 2000; Lang, 1995; Lang, Bradley, et al., 1990; Roy et al., 2009; Vanman, Boehmelt, Dawson, & Schell, 1996; Vrana et al., 1988). When exposed to pleasant, neutral and unpleasant conditions such as pictures or sounds, young adults show a typical pattern, that is, a larger startle reflex during unpleasant than neutral emotion, and smaller reflex during pleasant than neutral condition (Bradley et al., 1990, 1991, 1993; Bradley, Cuthbert, & Lang, 1996a; Bradley, Drobles, & Lang, 1996; Feng et al., 2011; Vrana et al., 1988). This model is conceived in terms of appetitive vs. aversive states: A negative affective state (i.e., negative emotions) would engage the defensive system that would entail potentiation of the startle reflex, whereas positive affective state (i.e., positive emotions) would engage the appetitive system that would diminish the startle reflex (Lang, Bradley, et al., 1990). The startle potentiation by negative affective states would involve an additional circuit modulating the startle pathway. Many studies (Benning, Patrick, & Lang, 2004; Sergerie, Chochol, & Armony, 2008) indeed showed evidence of the critical role of the amygdala in aversively motivated behavior (Lang, 1995).

When considering the influence of age and emotion on the startle reflex, the appetitive/aversive model does not straightforwardly apply. One study reported that older adults displayed greater startle reflex for unpleasant pictures than young adults, when observed in standardized T-score data, but did not differ for neutral and pleasant images (Smith et al., 2005). However, older adults reported both higher depression and greater arousal ratings than younger adults, suggesting that either one of these factors, especially arousal, might explain the results (Cuthbert et al., 1996; Lang, Bradley, et al., 1990). Indeed, a recent study in which both young and older adults rated pictures as equally arousing reported opposite eye blink patterns for young and old adults: Using standardized T-score data, young adults displayed the typical pattern, that is, potentiated eye blink when viewing unpleasant pictures. In contrast, older adults displayed a potentiated eye blink when viewing *positive* pictures compared to negative and neutral (Feng et al., 2011).

Although the authors (Feng et al., 2011) did not report depression scores, they explained their results in terms of positivity effect. By having better emotion regulation (Levenson & Qualls, 2000; Mather & Carstensen, 2005), older adults may process positive stimuli more deeply than younger adults and reduce processing of negative stimuli (Herbert & Kissler, 2010). Another possibility is that as an emotional regulation strategy older adults use emotional suppression, i.e., inhibition of responses to an emotion (Brummer et al., 2013; Carstensen et al., 2000; Magai et al., 2006). Since neither of these findings (Feng et al., 2011; Smith et al., 2005) has been replicated, the joint effect of aging and emotion on the startle reflex remains unclear.

The latency of the startle reflex is thought to rely on a different process in the brain than its magnitude based on differential effects on these measures using various experimental designs (Ellwanger et al., 2003; Graham & Murray, 1977; Graham, Putnam, & Leavitt, 1975); therefore its modulation by affective states may be different. Here again, studies revealed mixed findings. Using scripts of emotional situations, no effect of valence on latency was found, but there was a shorter startle latency during high arousal scripts (joy, fear and anger) compared to low arousal scripts (sadness and pleasant relaxation) (Cook et al., 1991). However other studies showed that onset latency was shorter for both unpleasant music (Roy et al., 2009) and unpleasant pictures (Bradley, Cuthbert, et al., 1996b) than pleasant music and pictures, respectively, even for equally arousing stimuli. Since studies have used different measurement units (behavioral reaction times, raw latency, latency reduction, T-scores), their findings are difficult to compare directly.

### ***Do emotions and age interact on prepulse inhibition?***

The question of the joint influence of emotions and age on prepulse inhibition has received very little attention. One study reported greater inhibition for arousing (unpleasant and pleasant) than neutral pictures, which would suggest an arousal effect on raw PPI magnitude (Bradley et al., 1993). However pictures were used both as prepulses and affect inducers such that conclusions have to be made cautiously. Indeed, the greater inhibition could be due either to an effect of prepulse, to an effect of affect, or to a combination of both. However, Hawk and colleagues reported that PPI, calculated as a percentage score, did not significantly differ between unpleasant and pleasant pictures in a group of young participants only even though a tendency toward greater PPI values for unpleasant than

pleasant pictures was found (Hawk & Cook, 2000). The authors suggested the independence of PPI and affective states.

The question of the influence of both age and emotion on PPI is an important question since prepulse inhibition is widely used to investigate pathological conditions such as schizophrenia and Alzheimer's disease (Braff & Geyer, 1990; Kumari, Fannon, Sumich, & Sharma, 2007; Wang et al., 2012). If sensorimotor gating is influenced by affective states or aging, then the latter might become confound variables for PPI deficits. Given that the startle reflex is influenced by age and emotions and that startle and PPI share neural circuits, it is important to look at the contribution of both age and emotions on PPI. Moreover, assuming that aging differentially influences the modulation of startle reactivity by emotion (enhancement by positive rather than negative affect), it could be thus hypothesized that the combined effect of emotion and aging on PPI might also be different. Overall, the assessment of both startle and prepulse inhibition within the same experimental paradigm using both age groups is thus needed.

### ***The present study***

The main goal of the present study was to characterize the interaction of emotion and aging on both the startle reflex and prepulse inhibition within the same experimental paradigm. Two groups of subjects (young and older adults) were asked to view pleasant, neutral and unpleasant pictures retrieved from the International Affective Picture System (IAPS; Lang, Bradley, & Cuthbert, 2008) paired with acoustic startle and prepulse sounds. Based on previous work, we predicted both between-group and within-group effects for young and older adults on the startle reflex. Older adults would generally display smaller eye blink and longer latencies than younger adults for all conditions. In addition, the eye blink would be potentiated by unpleasant images for young adults compared to pleasant and neutral pictures, and the opposite patterns for elderly, that is, potentiated eye blink for pleasant pictures compared to neutral and unpleasant pictures. With respect to the effect of age and emotion on prepulse inhibition, predictions were less straightforward. If positive and negative emotions are processed differently in young and older adults, PPI in older adults should be different for positive compared to neutral and negative images, and the opposite pattern in young adults, that is, PPI for negative images different from neutral and positive images. However the lack of studies investigating the effect of emotion on PPI does not allow any prediction on the direction of the effect. Since most studies reported

different results using different methods of PPI quantification (e.g., raw scores, normalized scores, percent scores), here we report magnitude data with the three most used methods: raw scores, normalized scores, and percent inhibition scores, as well as latency and latency facilitation data. This will allow a better comparison between our findings and previous studies.

## **Methods**

### ***Participants***

Two groups of 30 adults participated in the study. One group (hereafter Young) had a mean age of 23.7 years (range = 19 to 29, SD=2.6) and the other (hereafter Elderly) had a mean age of 63.5 years (range = 56 to 69, SD = 3.6). An additional seven young and 17 elderly adults were tested but were eliminated because they were non-responsive to the startle (see data processing below for details). Participants were recruited through posted ads, word of mouth, as well as BRAMS' and CRIUGM's participant pools. The two groups were similar in gender (10 men in each group) and depressive symptomatology as measured by the Beck Depression inventory II, but the younger participants were slightly more educated than the Elderly (Table 1). They all self-reported good psychological and physical health and had normal hearing or mild hearing loss as confirmed by audiometry (hearing thresholds < 45 dB HL at any frequency between 250 Hz and 4 kHz in at least one ear) and normal or corrected-to-normal vision. Participants with uncontrolled medical conditions (e.g., hypertension, diabetes), psychological, psychiatric or neurological conditions (depression, mood disorders, anxiety, bipolarity, etc.) and medication intake affecting nervous system were excluded. The study was approved by the local ethics committees of Université de Montréal and Institut Universitaire de Gériatrie de Montréal and was conducted with the understanding and written consent of each participant.

-----  
Insert table 1  
-----

### ***Stimuli and apparatus***

#### *Hearing tests*

An otoscopic examination was performed to rule out wax compaction or middle ear infection. Hearing detection thresholds in dB HL were assessed monaurally from 250 Hz to

8 kHz in both ears in ½ octave steps following the standard modified Hughson-Westlake (Harrell, 2002) procedure with an AC-40 Interacoustic clinical audiometer. The audiometric equipment was calibrated in a soundproof booth (revised version of ANSI S3.6-1993 standards).

#### *Questionnaire*

The Beck Depression Inventory II (BDI-II) (Beck, Steer, & Brown, 1996) was used to rule out participants who suffer from severe depression (Cook et al., 1991).

#### *Startle and PPI stimuli*

The auditory task was similar to the one reported in a previous study from our laboratory (Fournier & Hebert, 2013) and involves three different stimuli types (Startle, High and Low frequency prepulses). The startle noise was a 50 ms broadband noise burst (20 Hz - 20kHz) set at 105 dB(A) SPL with near instantaneous rise-fall time (<1 ms). The prepulse trials were 50 ms noise bursts presented at 65 dB (A) SPL with near instantaneous rise-fall time (<1 ms) that preceded a startle noise by 120 ms. The inter-stimulus interval (ISI) of 120 ms was selected to maximize magnitude inhibition (Brafk et al., 1978). Two different prepulse sounds were used in order to maximize the probability of producing inhibition. The high-frequency prepulse was centered at 400 Hz (3.5-4.5kHz); the low-frequency prepulse was centered at 500 Hz (200-1200Hz). The Intertrial-interval (ITI) time was randomly set at a value between 15 and 23 seconds in each block to decrease anticipation of the auditory stimulus (Patrick et al., 1993). All stimuli were presented in a silent background and created using Max/MSP software program (Cycling 74, San Francisco, USA). A schematic representation of startle and prepulse trials is shown in Figure 2.

-----  
Insert figure 2 about here  
-----

#### *Visual stimuli*

Originally 75 digitalized color photographs representing daily objects or situations that elicit emotions normally occurring in life were selected from the International Affective Picture System (IAPS; Lang et al., 2008). A pilot study involving 30 young (range: 19 to 27 years old) and 27 old participants (range: 55 to 80 years old) that were not included in the EMG measurement but were recruited with the same inclusion and exclusion criteria, was run to create two sets of stimuli comparable in pleasantness and

arousal for the Young and the Elderly groups, as assessed with the Self-Assessment Manikin (SAM) (Bradley et al., 1993; Bradley & Lang, 1994). Pictures were pleasant, neutral or unpleasant. Pictures were selected such that mean valence and arousal for each picture type did not differ significantly between the groups. The final selection included 57 pictures common to both groups and nine that differed, thus totalizing 66 pictures for each group, that is, 22 pictures of each type plus one picture for practice.

#### *EMG Measurement*

EMG activity of the eye blink was measured by two 4 mm Ag/AgCl shielded recording electrodes positioned 1.5 cm apart on the orbicularis oculi muscle under the left eye and a ground electrode on the forehead, according to guidelines (Blumenthal et al., 2005). Signal acquisition was made using Acqknowledge 4.1 software connected to a Biopac MP150 system (Biopac Systems, Inc., Santa Barbara, CA). Signals were amplified by 1000 and bandpass filtered at 90-500 Hz. The amplified signal was then transformed using the root mean square. The sampling rate was set at 1 kHz. The system was coupled to a Fireface sound card (RME, Haimhausen, Germany) of a PC-computer, which was used for stimulus presentation as well as for sending a trigger to the Acqknowledge acquisition system. The trigger was a square-wave synchronized with startle noises and was used to precisely determine the window of responses for magnitudes and latencies of the eyeblink (see Data processing below).

#### *Procedure*

Participants, informed that the task required no direct participation, were asked to sit quietly in a soundproof booth and to refrain from moving. They had to listen to the sounds presented binaurally through closed dynamic headphones DT 770 Pro/250 and to look at a series of pictures that would be interspersed by a white cross in the middle of a black screen. The test session began with a two minutes silent acclimation period followed by practice trials (four pulse-alone stimuli and one picture of each type). The task itself consisted of three equivalent blocks of trials of an approximate duration of eight minutes. Blocks were counterbalanced for pleasantness and arousal. Each block consisted of 21 auditory stimuli (seven startles, seven low-frequency and seven high frequency prepulses) and 21 pictures (seven pleasant, seven neutral and seven unpleasant). Six pictures of each type were pseudo-randomly combined with an auditory stimulus (e.g., two pleasant pictures with startle, two pleasant pictures with low-frequency prepulse, two pleasant pictures with

high frequency prepulse per block). One auditory stimulus of each type was presented without any image, for control purposes, while one image of each type was presented without auditory stimuli to reduce predictability. Within each block, images were pseudo-randomly presented such that no more than two images with the same picture type (pleasant, neutral and unpleasant) were presented in a row. Participants viewed each image for six seconds, and the auditory stimulus arose randomly between 800 ms and six seconds. The first 800 ms were excluded since picture onset is known to cause prepulse inhibition and reflect attention processes (Bradley et al., 1993). Three different versions were created for each group, and version and block orders were randomly determined for each participant. Short breaks between blocks allowed to verify electrodes' placing and to monitor participants' drowsiness or lack of attention. All stimulus types were calibrated before each testing session with an SE SoundPro DL 1/3 octave level meter (Quest Technologies, USA) using an EC-9A artificial ear coupler (Quest electronics, Oconomowoc, Wis., USA) with appropriate rates, that is, impulse for startle noises/prepulse, using the A-weighting frequency curve. The total duration of the task was about 30 minutes.

### ***Manipulation check***

Twenty-seven young and 22 elderly participants came back to the lab for a picture rating task in order to confirm valence and arousal ratings (mean delay = 6.7 months, range = 2 to 11 months). Participants had to rate valence and arousal of the 66 pictures viewed in the task using the Self-Assessment Manikin (Lang, 1980) rating procedure. Before each picture, a preparation slide was shown for five seconds. The picture was then shown for six seconds and was directly followed by the rating display (valence and arousal scales). The participant had to complete the rating within ten seconds.

### ***Data processing and statistical analyses***

For valence and arousal ratings, data above two standard deviations from the group mean were replaced by the average value of the appropriate group (Young or Elderly) for each picture type (6.6%). Statistical analyses were run separately on valence and arousal. Data were entered into ANOVAs with Emotional condition (Unpleasant, Neutral, Pleasant) as within-subjects factors and Group (Young vs. Elderly) as the between-subject factor.



### *Startle and PPI stimuli*

All trials were visually inspected for excessive noise in the EMG signal and for any spontaneous blink occurring immediately before the startle stimuli. These trials were few (12.3% for Young adults and 7.6% for Elderly) and rejected from further analysis. For each participant, the baseline was defined across startle-alone trials only by averaging the highest RMS amplitude value within a 200 ms window occurring 9 to 17 s before the startle noise onset, i.e., while there was no picture viewing. The peak-to-peak amplitude of each startle response occurring between 20 and 120 ms from pulse onset was extracted from the transform root mean square (RMS) data. Data for each trial type were averaged for each picture type for each participant. Any peak-to-peak amplitude value of any trial (i.e., prepulse or startle) that was smaller than two standard deviations above the average baseline was considered a non-response. Non-responses were assigned a magnitude of zero. In addition, only participants having a 100% response probability for startle trials, i.e., participants who displayed a startle reflex on every non-rejected startle trial, were included in the study (final sample = 30 young and 30 elderly).

Data for each trial type were averaged for each picture type for each participant. Data above two standard deviations from the group mean were replaced by the average value of the appropriate group (Young, Elderly) for each trial type and each picture type (5.0% for raw magnitude, 4.6% for Z-score data, 9.4% for latency). Startle data were entered in a mixed ANOVA with Emotional condition (Unpleasant, Neutral, Pleasant) and Group (Young vs. Elderly) as the between-subject factor.

Percentage of inhibition was calculated using the formula  $PPI (\%) = (P - PP) / P \times 100$ , where PP is raw eye blink magnitude value following a prepulse trial, and P is the mean raw eye blink magnitude response following startle only trials. A high score indicates a high degree of PPI. Raw magnitudes, Z-scores and percentages of inhibition of the prepulse data were entered in separate mixed ANOVA with Emotional condition (Unpleasant, Neutral, Pleasant) and Frequency (High, Low) as within-subject factors and Group (Young vs. Elderly) as the between-subject factor.

For Startle and PPI, Z-scores were also calculated to account for high levels of variability between groups in EMG responses and allow comparisons between groups (Cuthbert et al., 1996; Feng et al., 2011; Patrick et al., 1993). Z-scores were calculated for each participant using the formula  $z = (x - \bar{x}) / s$ , where  $x$  is the magnitude value of the trial,  $\bar{x}$  is the mean response magnitude for all trials and  $s$  is the standard deviation of all

trials.

Peak latency was obtained from the same time window but calculated from the raw EMG waveform following guidelines (Blumenthal et al., 2005). Raw latency data for startle trials were entered in a mixed ANOVA with Emotional Condition (Unpleasant, Neutral, Pleasant) as the within-subject factor and Group (Young vs. Elderly) as the between-subject factor. Raw latency data were entered in a mixed ANOVA with Emotional Condition (Unpleasant, Neutral, Pleasant) and Group (Young vs. Elderly) as the between-subject factor. Latency facilitation was calculated for each condition (Low- or High-Frequency prepulse) using the following formula: Latency facilitation = (pulse-alone latency) - (Low- or High-Frequency prepulse) latency. Latency facilitation data were entered in a mixed ANOVA with Emotional Condition (Unpleasant, Neutral, Pleasant) and Stimuli type (PPI High frequency, PPI Low frequency) as the within-subject factors and Group (Young vs. Elderly) as the between-subject factor. Peak rather than onset latencies were calculated because unlike onset latencies, peak latencies are not confounded by changes in reflex magnitude (Cadenhead, Carasso, Swerdlow, Geyer, & Braff, 1999).

All significant interactions and main effects were followed up by appropriate ANOVA or *t*-tests. Bonferroni's correction for multiple comparisons was used for *t*-tests when appropriate in order to keep the alpha level to .05 throughout all analyses, although original degrees of freedom are reported. Therefore, the *p* values reported in this paper are corrected values. Effect sizes are reported for main effects with  $\eta_p^2$  (Partial Eta squared). The no-image condition was compared between groups with independent sample *t*-tests.

## Results

### *Startle*

*Raw EMG data:* Figure 3A displays startle raw magnitude for the two groups and the three conditions. It is easily observable that Elderly had overall much smaller blink responses ( $M = 0.06 \mu V$ ,  $SD = 0.02 \mu V$ ) than Young adults ( $M = 0.2 \mu V$ ,  $SD = 0.02 \mu V$ ). This was supported by a main Group effect,  $F(1, 58) = 21.82$ ,  $p < .001$ ,  $\eta_p^2 = .273$ , and extends to startle trials not associated with pictures  $t(35.0) = 3.68$ ,  $p = .001$ , with means of  $0.06 \mu V$  ( $SD = 0.04$ ) and  $0.1 \mu V$  ( $SD = 0.1$ ), respectively. The interaction between Group and Emotional Condition was significant,  $F(2, 116) = 3.74$ ,  $p = .027$ ,  $\eta_p^2 = .061$ . The two-way interaction was due to a main effect of Emotional condition for the Elderly  $F(2, 58) =$

4.02,  $p = .023$ ,  $\eta_p^2 = .122$ ) that was not significant for Young adults,  $F(2, 58) = 2.25$ ,  $p = .103$ . As a follow up on our hypothesis, paired sample  $t$ -tests were performed for the Elderly and indicated that they displayed smaller eye blinks when viewing unpleasant pictures ( $M = 0.06$ ,  $SD = 0.04$ ) than neutral pictures ( $M = 0.07$ ,  $SD = 0.05$ ,  $t(29) = 2.44$ ,  $p = .021$ ). Unpleasant pictures also yielded smaller eye blinks than pleasant, but the difference just failed to reach significance ( $M = 0.06 \mu V$ ,  $SD = 0.04$ ,  $t(29) = 1.81$ ,  $p = .081$ ).

-----  
Insert figure 3A and 3B about here  
-----

*Z-scores:* Figure 3B displays startle  $Z$ -scores for the two groups and the three emotional conditions. The main group effect was no longer significant,  $F(1, 58) = 2.21$ ,  $p = .142$ , but the two-way interaction was,  $F(2, 116) = 8.21$ ,  $p < .001$ ,  $\eta_p^2 = .124$  : the Elderly displayed significantly greater startle reflex than the Young adults for pleasant pictures,  $t(50.5) = -2.30$ ,  $p = .025$ , with means of 0.7 ( $SD = 0.5$ ) and 0.4 ( $SD = 0.7$ ), respectively, and for neutral pictures,  $t(46.1) = -2.25$ ,  $p = .030$ , with means of 0.8 ( $SD = 0.4$ ) and 0.4 ( $SD = 0.7$ ), respectively. This effect extended to the without-image condition,  $t(53.1) = -2.89$ ,  $p = .006$ . The group difference for unpleasant pictures did not reach significance,  $t(58) = 1.47$ ,  $p = .147$ .

*Latency:* Figure 4 displays startle raw latency data for the two groups in the three conditions and the without-image condition.

-----  
Insert figure 4 about here  
-----

Elderly displayed overall longer latencies compared to Young adults, as supported by a main Group effect,  $F(1, 58) = 27.4$ ,  $p < .001$ ,  $\eta_p^2 = .064$ . A main effect of Condition,  $F(2, 116) = 3.94$ ,  $p = .022$ ,  $\eta_p^2 = .321$ , revealed that irrespective of the group, latency was greater for pleasant pictures ( $M = 0.063$ ,  $SD = 0.007$ ) than neutral ( $M = 0.061$ ,  $SD = 0.008$ ,  $t(59) = 2.15$ ,  $p = .036$ ) and unpleasant ( $M = 0.061$ ,  $SD = 0.007$ ,  $t(59) = 2.70$ ,  $p = .009$ ). The interaction between Group and Emotional Condition was not significant,  $F(2, 116) = 1.014$ ,  $p = .366$ .

## **PPI**

*Raw EMG data:* Figure 5 displays raw PPI data for the two groups in the three Emotional conditions. The three-way interaction between the three factors (including stimulus type : High and Low frequency) was not significant,  $F(2, 114) = 0.48, p = .618$ , but the two-way interaction between Emotional condition and Group was,  $F(2, 114) = 10.49, p < .001, \eta_p^2 = .155$ . When the two-way interaction was narrowed down to two repeated measures tests (i.e., merged data for High and Low frequency) in each Group, a main effect of Emotional condition ( $F(2, 56) = 11.94, p < .001$ ) was found for Young adults. The main effect of Emotional condition was also marginally significant for the Elderly ( $F(2,58) = 3.04, p = .055$ ). Paired sample *t*-tests within each group indicated that Young adults displayed significantly less inhibition (i.e., larger startle response) when viewing unpleasant ( $M = 0.1, SD = 0.1$ ) than both pleasant ( $M = 0.07, SD = 0.07; t(28) = -3.71, p = .001$ ) and neutral pictures ( $M = 0.08, SD = 0.07, t(28) = -3.79, p = .001$ ). In contrast, the Elderly showed greater inhibition for pleasant pictures ( $M = 0.011, SD = 0.009$ ) than both unpleasant ( $M = 0.015, SD = 0.01, t(29) = 2.38, p = .024$ ) and neutral pictures ( $M = 0.014, SD = 0.01, t(29) = -2.45, p = .021$ ).

-----  
Insert figure 5  
-----

*Z-scores:* Figure 6A, 6B displays PPI Z-scores for the two groups and frequency and the three conditions. The three-way interaction was significant,  $F(2, 114) = 4.00, p = .021, \eta_p^2 = .066$ . Interestingly, a significant main effect of Group was observed,  $F(1, 57) = 13.92, p < .001, \eta_p^2 = .196$ , with overall more inhibition in the Elderly group than in Young. Following up on the three-way interaction, PPI High frequency and PPI Low frequency were analyzed separately. For PPI High frequency, there was a significant main effect of Group,  $F(1, 57) = 14.00, p < .001, \eta_p^2 = .197$ ) as well as a main effect of Condition,  $F(2, 114) = 14.35, p < .001, \eta_p^2 = .201$ . A significant two-way interaction also emerged,  $F(2, 114) = 7.93, p = .001, \eta_p^2 = .122$ , revealing that Elderly exhibited more inhibition while viewing both pleasant  $t(38.7) = 3.26, p = .002$  ( $M = -0.6, SD = 0.1$ ) and unpleasant images  $t(33.2) = 4.24, p < .001$  ( $M = -0.4, SD = 0.2$ ) than Young adults (Pleasant:  $M = -0.4, SD = 0.3$ ; Unpleasant :  $M = 0.09, SD = 0.6$ ), but not neutral (Young :  $M = -0.3, SD = 0.5$ , Elderly :  $M = -0.4, SD = 0.3; t(49.9) = 1.04, p = 0.306$ ). A similar pattern emerged for PPI

Low frequency, with a significant main effect of Group,  $F(1, 58) = 4.71, p = .034, \eta_p^2 = .075$ , as well as a main effect of Condition,  $F(2, 116) = 8.09, p = .001, \eta_p^2 = .122$ . Irrespective of the group, inhibition was greater for unpleasant pictures ( $M = -0.5, SD = 0.3$ ) than for both pleasant pictures ( $M = -0.6, SD = 0.2$ ),  $t(59) = -3.38, p = .001$ , and neutral pictures ( $M = -0.6, SD = 0.2$ ),  $t(59) = -3.09, p = .003$ . The interaction between these two factors was not significant,  $F(2, 116) = 1.08, p = .342$ , most likely due to a ceiling effect in the Young.

-----  
Insert figure 6A and 6B  
-----

*Percentage of inhibition:* Table 2 displays PPI percentage of inhibition for the two groups and frequency and the three conditions. The three-way interaction was significant here,  $F(2, 114) = 3.67, p = .029, \eta_p^2 = .06$ . As for Z-score data, a significant main effect of Group was observed,  $F(1, 57) = 13.46, p = .001, \eta_p^2 = .191$ , with overall greater inhibition for the Elderly than for the Young. Following up on this interaction, PPI high frequency and PPI low frequency were analyzed separately. A main effect of Group was found in both high and low frequency prepulse trials, again with greater inhibition for the Elderly than for the Young, ( $F(1,57) = 12.04, p = .001, \eta_p^2 = .174$ ;  $F(1, 58) = 12.52, p = .001, \eta_p^2 = .177$ , respectively). A main effect of condition was found for the high frequency prepulse trials,  $F(2, 114) = 3.26, p = .042, \eta_p^2 = .054$  and revealed that, irrespective of group, the percentage of inhibition following High frequency prepulse associated with pleasant pictures was greater (i.e., more inhibition) ( $M = 61.9, SD = 38.6$ ) than with unpleasant pictures ( $M = 51.6, SD = 39.5$ ),  $t(58) = 3.20, p = .002$ . A significant two-way interaction was observed for low frequency prepulse,  $F(2, 116) = 4.68, p = .011, \eta_p^2 = .075$ , revealing that the Elderly exhibited significantly a greater percentage of inhibition while viewing pleasant ( $M = 86.7, SD = 14.2, t(36.6) = -3.68, p = .001$ ) and neutral pictures ( $M = 83.8, SD = 20.5, t(48.8) = -3.89, p < .001$ ) than Young adults (Pleasant:  $M = 58.8, SD = 39.0$ ; Neutral :  $M = 56.5, SD = 32.6$ ), but not unpleasant pictures (Young :  $M = 60.7, SD = 26.7$ , Elderly :  $M = 71.8, SD = 28.1$ ;  $t(58) = -1.39, p = .169$ ).

-----  
Insert Table 2 about here  
-----

-----

*Latency facilitation:* On latency facilitation the three-way ANOVA revealed a significant main effect of Group as expected,  $F(1, 56) = 9.63, p = .003, \eta_p^2 = .147$ , with Elderly displaying greater latency facilitation (that is, greater shortening of latency because of the prepulse) than Young adults (M Elderly = 0.008, SD = 0.001) (M Young = 0.003, SD = 0.001) (see Figure 7 A,B). A significant two-way interaction between Frequency and Group also emerged,  $F(1, 56) = 4.27, p = .043, \eta_p^2 = .071$ . For both high and low frequency, the Elderly showed greater latency facilitation (High frequency: M = 0.007, SD = 0.009; Low frequency : M = 0.01, SD = 0.01) than Young adults (High frequency : M = 0.003, SD = 0.007; Low frequency : M = 0.002, SD = 0.006),  $t(57) = -2.00, p = .051$  (marginally significant),  $t(49.2) = -3.61, p = .001$ , respectively).

-----

Insert figure 7A and 7B about here

-----

### ***Manipulation check***

Figure 8A and 8B displays the valence and arousal ratings collected on average 28 weeks after the experiment. <sup>1</sup>

-----

Insert figure 8A and 8B about here

-----

On Valence data, the two-way interaction between Condition and Group was significant,  $F(2, 94) = 40.34, p < .001$ . Elderly judged pleasant images as more pleasant (M = 7.9, SD = 0.7) than Young adults (M = 6.9, SD = 0.3),  $t(28.7) = -5.83, p < .001$ . Elderly also rated unpleasant pictures as more unpleasant (M = 1.8, SD = 0.4) than Young adults (M = 2.7, SD = 0.8),  $t(41.5) = 5.48, p < .001$ . On Arousal, the main effect of Condition was significant,  $F(2, 94) = 148.07, p < .001$ , as well as the main effect of Group,  $F(1, 47) = 5.71, p = .021$ . Overall unpleasant (M = 7.0, SD = 1.1) and pleasant (M = 5.0, SD = 0.9) images were rated as more arousing than neutral images (M = 3.7, SD = 1.4),  $t(48) = 6.5, p < .001$  and  $t(48) = -15.9, p < .001$  respectively, and unpleasant more than

---

<sup>1</sup>Les évaluations en *valence* et en *arousal* réalisées par les jeunes adultes et les âgés sont montrées sous forme de tableaux dans l'Annexe II.

pleasant  $t(48) = 10.1, p < .001$ . Also, overall Elderly rated images as more arousing ( $M = 5.5, SD = 0.2$ ) compared to Young adults ( $M = 5.0, SD = 0.2$ ).

## Discussion

The main finding of this study is that emotions modulate startle responses and prepulse inhibition differently in young and older adults, and this is observable in both response strength (magnitude) and timing (latency). Our findings on startle and prepulse inhibition will be discussed in turn.

When considering the effect of emotions on raw startle responses, group differences were hindered by an overwhelming much smaller startle eye blink and overall longer latencies for older adults compared to young, extending to the without-image condition. Our findings thus replicate previous animal and human studies that have shown a smaller startle response in older individuals (e.g., Ellwanger et al., 2003; Feng et al., 2011; Ison et al., 1997) while extending them to emotion-modulated startle responses. Similarly, overall longer latencies for older compared to younger adults are compatible with previous studies on startle responses (e.g., Ellwanger et al., 2003; Krauter et al., 1981) and this finding also extends to emotion-induced startle responses. Our study is thus the first to show consistent emotion-induced smaller and longer startle responses in older adults. In addition, pleasant pictures elicited longer latencies for both young and older adults, compared to neutral and unpleasant pictures. This finding is compatible with studies that have used pictures and music as stimuli (Bradley, Cuthbert, et al., 1996b; Roy et al., 2009) but not with the one of Cook and colleagues (1991), who reported shorter latencies for high arousal pictures irrespective of valence. Although in our study the positive images were rated post-experimentally by a subgroup of participants as less arousing than negative ones, the fact that neutral pictures were rated as less arousing than positive ones makes it unlikely that the effect reported here is due to an arousal effect.

When considering standardized scores allowing more direct comparisons between groups, group differences disappeared but young and older adults displayed different patterns depending on picture valence: Compared to young adults, elderly displayed greater eye blinks for pleasant and neutral pictures and (marginally significant) smaller eye blinks for unpleasant pictures. Young adults displayed a different pattern, that is, smaller eye blinks for pleasant pictures and greater eye blinks for unpleasant and neutral pictures. This “positivity effect” replicates with some minor differences the findings of Feng and

collaborators (2011) who used similar stimuli and paradigm. Unlike young adults, older adults thus seem to spontaneously suppress reactions to negative images, or they process positive images more deeply than young adults. The post-experimental valence ratings showing more pleasant and more unpleasant ratings by older adults compared to young adults suggest that both explanations are plausible.

The most novel finding of the present study relates to the modulation of sensorimotor gating by emotions. Here again, young and older adults have different inhibition patterns. When considering raw data, older adults displayed the greatest inhibition while viewing pleasant pictures compared to neutral or unpleasant ones. In contrast, younger adults displayed the least inhibition while viewing unpleasant pictures compared to neutral or pleasant ones. This different pattern between young and older adults was even more evident in Z-scores, where differences between young and older adults were found (similar for both low- and high-frequency, but significant in high-frequency only) for both pleasant and unpleasant pictures, but not for neutral, with strongest inhibition for pleasant pictures in older adults and weakest inhibition for unpleasant pictures in the young. This pattern was basically replicated in percent inhibition. In addition, the greatest inhibition in older adults was accompanied by an overall greater latency facilitation compared to young adults, a finding compatible with Ellwanger and colleagues (2003). Altogether these findings are not compatible with a loss of inhibitory function in older adults, at least in its early stages.

### ***Implications of the present findings***

The startle reflex had been long conceived as an aversive response that is increased in presence of a negative emotion and reduced in presence of a positive emotion. In our study young adults displayed this typical pattern found in previous studies (e.g., Bradley et al., 1993) and therefore their responses are consistent with the motivational model of emotion. Once again, however, this hypothesis does not apply to older adults who display a different pattern, with amplified responses for positive emotions and reduced responses for negative emotions (Feng et al., 2011). Both sensorimotor gating and emotional processing seem to be well preserved in aging, as shown by similar levels of prepulse inhibition in the no-image condition in young and older adults, and a strong effect of emotion regulation on the prepulse. It has been shown that older adults have a bias toward positive emotional stimuli and decreased processing of negative emotional stimuli (the positivity effect) and



that they remember more positive than negative information than young people (Charles et al., 2001). Recent brain imaging studies have shown that older adults display greater amygdala activity for positive versus negative pictures (Mather et al., 2004; Mather & Carstensen, 2005). Since both startle reflexes and prepulse inhibition can be modulated by input from the amygdala, it is likely that the amygdala is one important relay for the effect described here.

### ***Limitations***

One limitation of our study is that even though valence and arousal ratings were pre-selected to be similar for young and older adults, post-experimental check in a subgroup of participants showed that the older adults rated pleasant images as more pleasant than younger adults, and unpleasant images as more unpleasant than younger adults. Likewise, pleasant images were rated as less arousing than unpleasant images. Since arousal is known to influence startle and prepulse inhibition, a confound between valence and arousal may have played a role in the results. However, it is unlikely that this explains all of the results since the startle response was strongest for both pleasant and neutral pictures, and lowest for unpleasant pictures. If arousal rather than valence would have been involved, it is the reverse pattern that would have been obtained. Likewise, sensorimotor gating was stronger in older adults when pleasant and unpleasant pictures were presented. This finding cannot be explained in terms of arousal effect.

An unexpected finding was the much stronger inhibition in the low-frequency prepulse condition for both young and older adults compared to the high-frequency prepulse. Although a previous study of ours (Fournier & Hebert, 2013) has reported stronger inhibition for low-frequency prepulses in the order of 4%, in this study the increases in % inhibition was between 5% and 24%. Although both groups displayed greater inhibition in the low-frequency condition, this effect of frequency benefitted more to the young participants for whom the lowest increase from high to low was in the order of 10% to 24% whereas it was more modest, between 5% and 15%, in the older participants. The greater increase in this study compared to the previous one might be due to the joint presentation of emotional images with the auditory task. We do not have an explanation for the greater inhibition for low-frequency prepulse except in terms of greater loudness compared to the high-frequency. In order to sort out which factor of either loudness or frequency is

responsible for the effect found here, high- and low- frequency prepulses should be equated in loudness beforehand.

### **Conclusion**

In conclusion, although older adults show a reduced and longer acoustic startle response compared to young adults, their responses are strongly modulated by emotions. Older adults display much stronger reflex while viewing pleasant and neutral images than unpleasant images, which is the reverse pattern from younger adults who display a potentiated reflex while viewing unpleasant images compared to neutral and pleasant images. In addition, older adults display stronger sensorimotor gating than younger adults while viewing emotional images and greater latency facilitation. Altogether these results argue against a loss of inhibition with increasing age and support the positivity effect in older adults.

## References

- Beck, Aaron T., Steer, Robert A., & Brown, Gregory K. (1996). *Manual for the Beck Depression Inventory-II*. Tx: Psychological Corporation.
- Benning, S. D., Patrick, C. J., & Lang, A. R. (2004). Emotional modulation of the post-auricular reflex. *Psychophysiology*, *41*(3), 426-432. doi: 10.1111/j.1469-8986.00160.x
- Blumenthal, T. D., Cuthbert, B. N., Filion, D. L., Hackley, S., Lipp, O. V., & van Boxtel, A. (2005). Committee report: Guidelines for human startle eyeblink electromyographic studies. *Psychophysiology*, *42*(1), 1-15. doi: 10.1111/j.1469-8986.2005.00271.x
- Bradley, M. M., Cuthbert, B. N., & Lang, P. J. (1990). Startle Reflex Modification - Emotion or Attention. *Psychophysiology*, *27*(5), 513-522.
- Bradley, M. M., Cuthbert, B. N., & Lang, P. J. (1991). Startle and emotion: lateral acoustic probes and the bilateral blink. *Psychophysiology*, *28*(3), 285-295.
- Bradley, M. M., Cuthbert, B. N., & Lang, P. J. (1993). Pictures as Prepulse - Attention and Emotion in Startle Modification. *Psychophysiology*, *30*(5), 541-545.
- Bradley, M. M., Cuthbert, B. N., & Lang, P. J. (1996a). Lateralized startle probes in the study of emotion. *Psychophysiology*, *33*(2), 156-161.
- Bradley, M. M., Cuthbert, B. N., & Lang, P. J. (1996b). Picture media and emotion: Effects of a sustained affective context. *Psychophysiology*, *33*(6), 662-670.
- Bradley, M. M., Drobles, D., & Lang, P. J. (1996). A probe for all reasons: Reflex and RT measures in perception. *Psychophysiology*, *33*(Suppl. 1), S25.
- Bradley, M. M., & Lang, P. J. (1994). Measuring Emotion - the Self-Assessment Mannequin and the Semantic Differential. *Journal of Behavior Therapy and Experimental Psychiatry*, *25*(1), 49-59.
- Bradley, M. M., & Lang, P. J. (2000). Affective reactions to acoustic stimuli. *Psychophysiology*, *37*(2), 204-215.
- Braff, D. L., & Geyer, M. A. (1990). Sensorimotor gating and schizophrenia. Human and animal model studies. *Archives of General Psychiatry*, *47*(2), 181-188.
- Braff, D. L., Stone, Claudia, Callaway, Enoch , Geyer, Mark , Glick, Ira , & Bali, Likh. (1978). Prestimulus Effects on Human Startle Reflex in Normals and Schizophrenics. *Psychophysiology*, *15*(4), 339-343.

- Brummer, L., Stopa, L., & Bucks, R. (2013). The Influence of Age on Emotion Regulation Strategies and Psychological Distress. *Behavioural and Cognitive Psychotherapy*, 1-14. doi: 10.1017/S1352465813000453
- Cadenhead, K. S., Carasso, B. S., Swerdlow, N. R., Geyer, M. A., & Braff, D. L. (1999). Prepulse inhibition and habituation of the startle response are stable neurobiological measures in a normal male population. *Biological Psychiatry*, 45(3), 360-364.
- Carstensen, L. L., Pasupathi, M., Mayr, U., & Nesselroade, J. R. (2000). Emotional experience in everyday life across the adult life span. *Journal of Personality and Social Psychology*, 79(4), 644-655. doi : 10.1037//0022-3514.79.4.644
- Charles, S. T., Reynolds, C. A., & Gatz, M. (2001). Age-related differences and change in positive and negative affect over 23 years. *Journal of Personality and Social Psychology*, 80(1), 136-151. doi : 10.1037//0022-3514.80.1.136
- Cook, E. W., 3rd, Hawk, L. W., Jr., Davis, T. L., & Stevenson, V. E. (1991). Affective individual differences and startle reflex modulation. *Journal of Abnormal Psychology*, 100(1), 5-13.
- Craik, F. I., Luo, L., & Sakuta, Y. (2010). Effects of aging and divided attention on memory for items and their contexts. *Psychology and Aging*, 25(4), 968-979. doi: 10.1037/a0020276
- Cuthbert, B. N., Bradley, M. M., & Lang, P. J. (1996). Probing picture perception: activation and emotion. *Psychophysiology*, 33(2), 103-111.
- Dawson, M. E., Hazlett, E. A., Filion, D. L., Nuechterlein, K. H., & Schell, A. M. (1993). Attention and schizophrenia: impaired modulation of the startle reflex. *Journal of Abnormal Psychology*, 102(4), 633-641.
- Ellwanger, J., Geyer, M. A., & Braff, D. L. (2003). The relationship of age to prepulse inhibition and habituation of the acoustic startle response. *Biological Psychology*, 62(3), 175-195. doi: S0301051102001266
- Feng, M. C., Courtney, C. G., Mather, M., Dawson, M. E., & Davison, G. C. (2011). Age-Related Affective Modulation of the Startle Eyeblink Response: Older Adults Startle Most When Viewing Positive Pictures. *Psychology and Aging*, 26(3), 752-760. doi: 10.1037/A0023110
- Fournier, P., & Hebert, S. (2013). Gap detection deficits in humans with tinnitus as assessed with the acoustic startle paradigm: does tinnitus fill in the gap? *Hearing Research*, 295, 16-23. doi: 10.1016/j.heares.2012.05.011

- Graham, F. K., & Murray, M.G. (1977). Discordant effects of weak prestimulation on magnitude and latency of the reflex blink. *Psychophysiology*, 5(1), 108-114.
- Graham, F. K., Putnam, L.E., & Leavitt, L.A. (1975). Lead-Stimulation Effects on Human Cardiac Orienting and Blink Reflexes. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 104(2), 161-169.
- Harbin, T. J., & Berg, W. K. (1983). The effects of age and prestimulus duration upon reflex inhibition. *Psychophysiology*, 20(6), 603-610.
- Harrell, R.W. (2002). Puretone evaluation. In J. Katz (Ed.), *Handbook of Clinical Audiology* (pp. 71-87). Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins.
- Hawk, L. W., & Cook, E. W. (1997). Affective modulation of tactile startle. *Psychophysiology*, 34(1), 23-31.
- Hawk, L. W., & Cook, E. W. (2000). Independence of valence modulation and prepulse inhibition of startle. *Psychophysiology*, 37(1), 5-12.
- Herbert, C., & Kissler, J. (2010). Motivational priming and processing interrupt: startle reflex modulation during shallow and deep processing of emotional words. *International Journal of Psychophysiology*, 76(2), 64-71. doi: 10.1016/j.ijpsycho.2010.02.004
- Ison, J. R., Bowen, G. P., Pak, James, & Gutierrez, Elsa. (1997). Changes in the strength of prepulse inhibition with variation in the startle baseline associated with individual differences and with old age in rats and mice. *Psychobiology*, 25(3), 266-274.
- Kofler, M., Muller, J., Reggiani, L., & Valls-Sole, J. (2001). Influence of age on auditory startle responses in humans. *Neuroscience Letters*, 307(2), 65-68. doi: S0304-3940(01)01908-5
- Krauter, E. Evan, Wallace, J. E., & Campbell, Byron A. (1981). Sensory-Motor Function in the Aging Rat. *Behavioral and Neural Biology*, 31, 367-392.
- Kumari, V., Fannon, D., Sumich, A. L., & Sharma, T. (2007). Startle gating in antipsychotic-naïve first episode schizophrenia patients: One ear is better than two. *Psychiatry Research*, 151(1-2), 21-28. doi: 10.1016/j.psychres.2006.09.013
- Lang, P. J. (1980). Behavioral treatment and bio-behavioral assessment: computer applications. In J. B. J. J. H. W. T. A. Sidowski (Ed.), *Technology in mental health care delivery systems* (pp. 119-137). Norwood, N.J.: Ablex Pub. Corp.
- Lang, P. J. (1995). The emotion probe. Studies of motivation and attention. *American Psychologist*, 50(5), 372-385.

- Lang, P. J., Bradley, M. M., & Cuthbert, B. N. (1990). Emotion, Attention, and the Startle Reflex. *Psychological Review*, *97*(3), 377-395.
- Lang, P. J., Bradley, M.M., & Cuthbert, B.N. (2008). International affective picture System (IAPS): Affective ratings of pictures and instruction manual *Technical Report A-8*. Gainesville, FL: University of Florida.
- Levenson, R.W., & Qualls, Sarah Honn Abeles Norman. (2000). Expressive, physiological, and subjective changes in emotion across adulthood. *Psychology and the aging revolution : how we adapt to longer life* (pp.123-140). Washington, D.C.: American Psychological Association.
- Li, L., Du, Y., Li, N., Wu, X., & Wu, Y. (2009). Top-down modulation of prepulse inhibition of the startle reflex in humans and rats. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, *33*(8), 1157-1167. doi: 10.1016/j.neubiorev.2009.02.001
- Ludewig, K., Ludewig, S., Seitz, A., Obrist, M., Geyer, M. A., & Vollenweider, F. X. (2003). The acoustic startle reflex and its modulation: effects of age and gender in humans. *Biological Psychology*, *63*(3), 311-323. doi: 10.1016/S0301-0511(03)00074-7
- Magai, C., Consedine, N. S., Krivoshekova, Y. S., Kudadjie-Gyamfi, E., & McPherson, R. (2006). Emotion experience and expression across the adult life span: insights from a multimodal assessment study. *Psychology and Aging*, *21*(2), 303-317. doi: 10.1037/0882-7974.21.2.303
- Mather, M., Canli, T., English, T., Whitfield, S., Wais, P., Ochsner, K., Gabrieli John, D. E., Carstensen, L. L. (2004). Amygdala responses to emotionally valenced stimuli in older and younger adults. *Psychological Science*, *15*(4), 259-263. doi: 10.1111/j.0956-7976.2004.00662.x
- Mather, M., & Carstensen, L. L. (2005). Aging and motivated cognition: the positivity effect in attention and memory. *Trends in Cognitive Sciences*, *9*(10), 496-502. doi: 10.1016/j.tics.2005.08.005
- Ouagazzal, A. M., Reiss, D., & Romand, R. (2006). Effects of age-related hearing loss on startle reflex and prepulse inhibition in mice on pure and mixed C57BL and 129 genetic background. *Behavioural Brain Research*, *172*(2), 307-315. doi: 10.1016/j.bbr.2006.05.018
- Parham, K., & Willott, J. F. (1988). Acoustic Startle Response in Young and Aging C57BL/6J and CBA/J Mice. *Behavioral Neuroscience*, *102*(6), 881-886.

- Patrick, C. J., Bradley, M. M., & Lang, P. J. (1993). Emotion in the criminal psychopath: startle reflex modulation. *Journal of Abnormal Psychology, 102*(1), 82-92.
- Raz, N. C., Fergus I. M. , & Salthouse, T. A. (2000). Aging of the brain and its impact on cognitive performance: integration of structural and functional finding. *The handbook of aging and cognition*. Mahwah, N.J.: Lawrence Erlbaum Associates.
- Rinaldi, P. C., & Thomson, R.F. (1985). Age, Sex and Strain Comparison of Habituation of the Startle Response in the Rat. *Physiology and Behavior, 35*, 9-13.
- Roy, M., Mailhot, J. P., Gosselin, N., Paquette, S., & Peretz, I. (2009). Modulation of the startle reflex by pleasant and unpleasant music. *International Journal of Psychophysiology, 71*(1), 37-42. doi: 10.1016/j.ijpsycho.2008.07.010
- Rybalko, N., Bureš, Z., Burianová, J., Popelář, J., Poon, P. W. F., & Syka, J. (2012). Age-related changes in the acoustic startle reflex in Fischer 344 and Long Evans rats. *Experimental Gerontology, 47*(12), 966-973. doi: 10.1016/j.exger.2012.09.001
- Schwarzkopf, S. B., McCoy, L., Smith, D. A., & Boutros, N. N. (1993). Test-retest reliability of prepulse inhibition of the acoustic startle response. *Biological Psychiatry, 34*(12), 896-900.
- Sergerie, K., Chochol, C., & Armony, J. L. (2008). The role of the amygdala in emotional processing: A quantitative meta-analysis of functional neuroimaging studies. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews, 32*(4), 811-830. doi: 10.1016/j.neubiorev.2007.12.002
- Smith, D. P., Hillman, C. H., & Duley, A. R. (2005). Influences of age on emotional reactivity during picture processing. *Journals of Gerontology Series B : Psychological Sciences and Social Sciences, 60*(1), 49-56.
- Swerdlow, N. R., Geyer, M. A., Braff, D. L. (2001) Neural circuit regulation of prepulse inhibition of startle in the rat: current knowledge and future challenges. *Psychopharmacology, 156*, 194-215. doi : 10.1007/s002130100799
- Swetter, Brentt J., Fitch, R. Holly, & Markus, Etan J. (2010). Age-related decline in auditory plasticity: Experience dependent changes in gap detection as measured by prepulse inhibition in young and aged rats. *Behavioral Neuroscience, 124*(3), 370-380. doi: 10.1037/a0019519
- Vanman, E. J., Boehmelt, A. H., Dawson, M. E., & Schell, A. M. (1996). The varying time courses of attentional and affective modulation of the startle eyeblink reflex. *Psychophysiology, 33*(6), 691-697.

- Varty, G. B., Hauger, R. L., & Geyer, M. A. (1998). Aging effects on the startle response and startle plasticity in Fischer F344 rats. *Neurobiol Aging*, *19*(3), 243-251.
- Vrana, S. R., Spence, E. L., & Lang, P. J. (1988). The startle probe response: a new measure of emotion? *Journal of Abnormal Psychology*, *97*(4), 487-491.
- Wang, H., He, J., Zhang, R., Zhu, S., Wang, J., Kong, L., Li, X. M. (2012). Sensorimotor gating and memory deficits in an APP/PS1 double transgenic mouse model of Alzheimer's disease. *Behavioural Brain Research*, *233*(1), 237-243. doi: 10.1016/j.bbr.2012.05.007
- West, R. L. (1996). An application of prefrontal cortex function theory to cognitive aging. *Psychological bulletin*, *120*(2), 272-292.
- Willott, J. F., Carlson, S., & Chen, H. X. (1994). Prepulse Inhibition of the Startle Response in Mice - Relationship to Hearing-Loss and Auditory-System Plasticity. *Behavioral Neuroscience*, *108*(4), 703-713.
- Willott, J. F., & Turner, J. G. (1999). Prolonged exposure to an augmented acoustic environment ameliorates age-related auditory changes in C57BL/6J and DBA/2J mice. *Hearing Research*, *135*, 78-88.
- Woodruff-Pak, Diana S. (1997). *The neuropsychology of aging*. Cambridge, Mass.: Blackwell.
- Young, J. W., Wallace, C. K., Geyer, M. A., & Risbrough, V. B. (2010). Age-associated improvements in cross-modal prepulse inhibition in mice. *Behavioral Neuroscience*, *124*(1), 133-140. doi: 10.1037/a0018462



## Tables

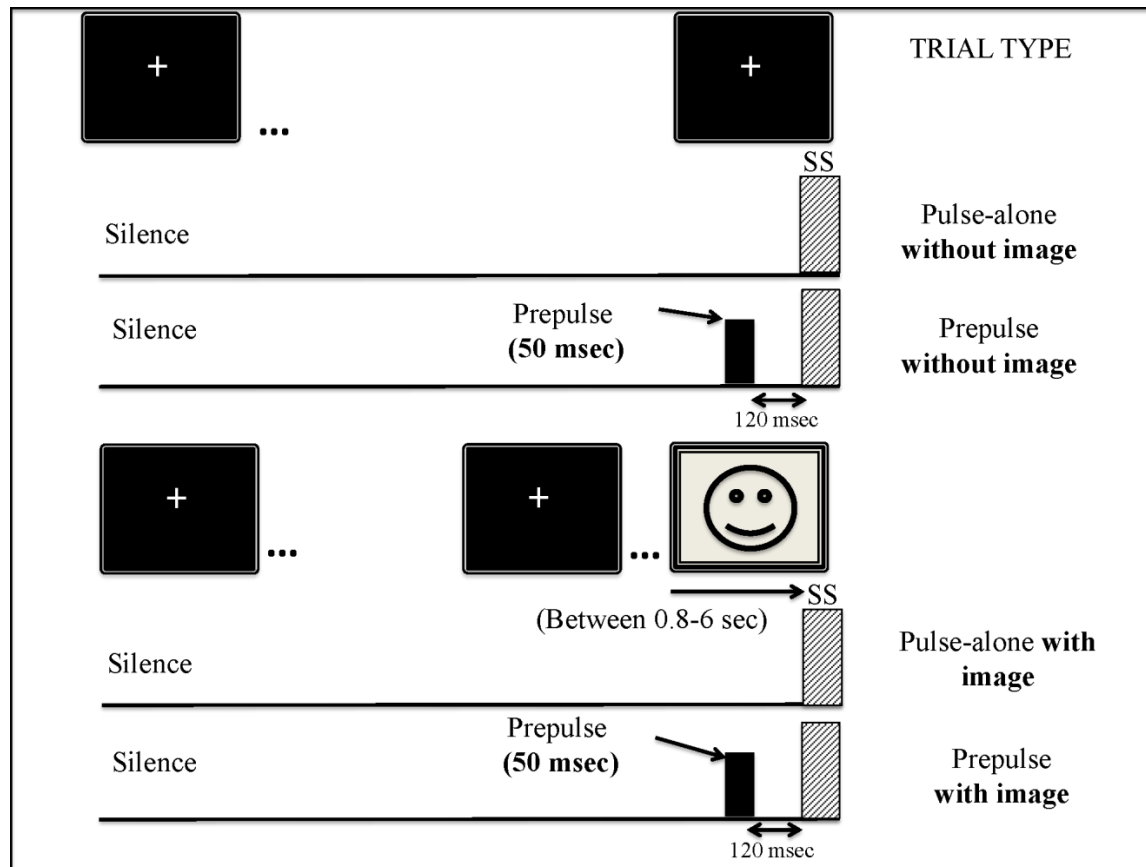
**Table 1.** Socio-demographic characteristics (standard deviation) of Young adults and Elderly.

	Young (N=30)	Elderly (N=30)	<i>p</i> -Value
Age in years (SD)	23.7 (2.6)	63.5 (3.6)	< .001
Male/Female	10/20	10/20	n.s.
Education in years (SD)	16.1 (2.0)	14.8 (3.1)	.049
BDI-II (SD)	5.3 (3.9)	4.9 (5.7)	n.s.

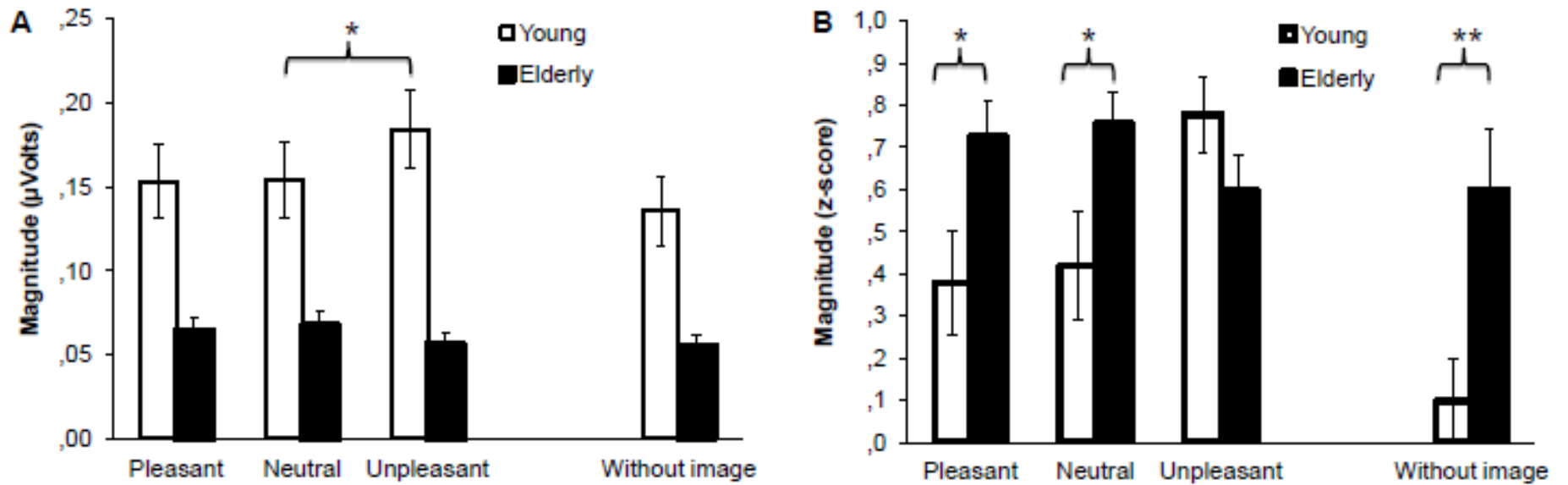
**Table 2.** Prepulse inhibition for each emotional condition for Young adults and Elderly for Low- and High- Frequency. \* =  $p < .05$ ; \*\* =  $p < .01$  represents significant difference between conditions (pleasant, neutral and unpleasant) within each group.

		PPI-High Frequency		PPI-Low Frequency	
		Young	Elderly	Young	Elderly
Percentage of inhibition (%)	Pleasant	44.4	77.7**	57.7	86.7
	Neutral	44.9	69.1	55.1	83.8
	Unpleasant	36.4	66.3	60.7	71.8**
Z-score	Pleasant	-0.35	-0.58**	-0.61	-0.65
	Neutral	-0.29	-0.41	-0.56	-0.67
	Unpleasant	0.09**	-0.44	-0.4*	-0.56*
Percentage of inhibition (%)	Without image	33	70	56	85
Z-score	Without image	-0.4	-0.41	-0.65	-0.68

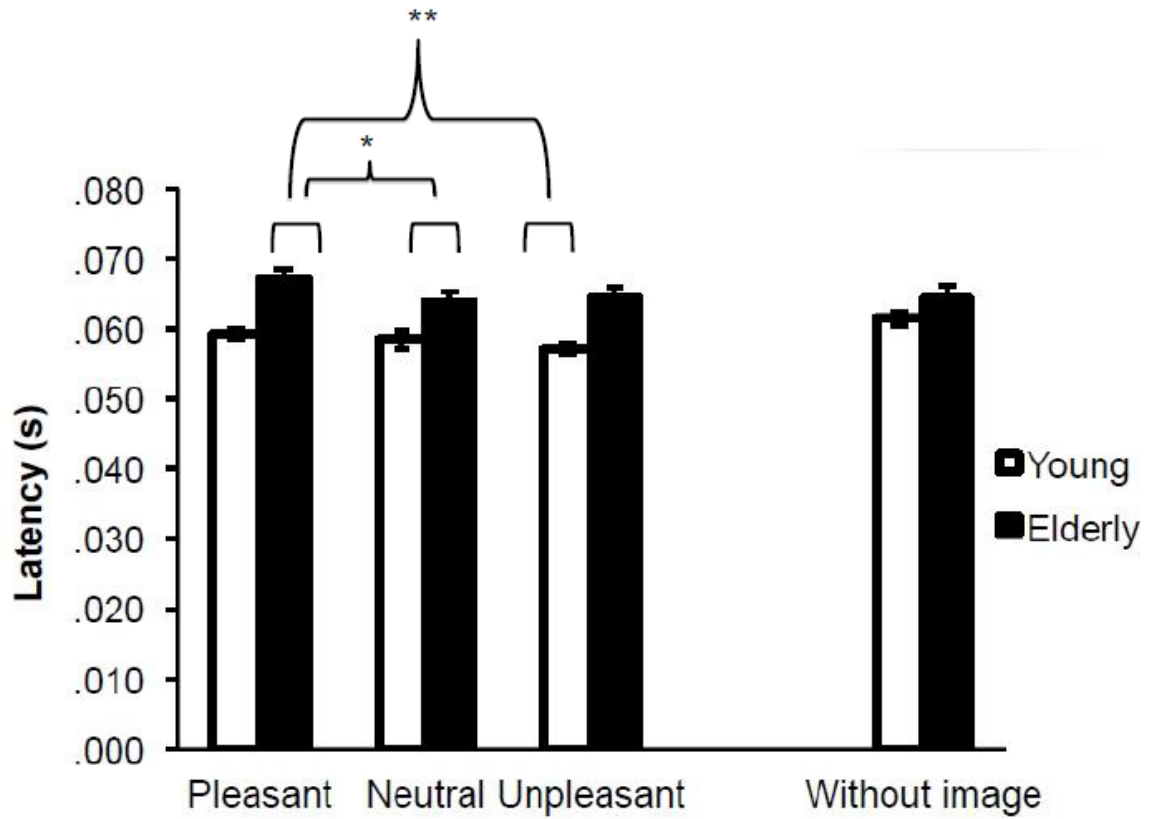
## Figures



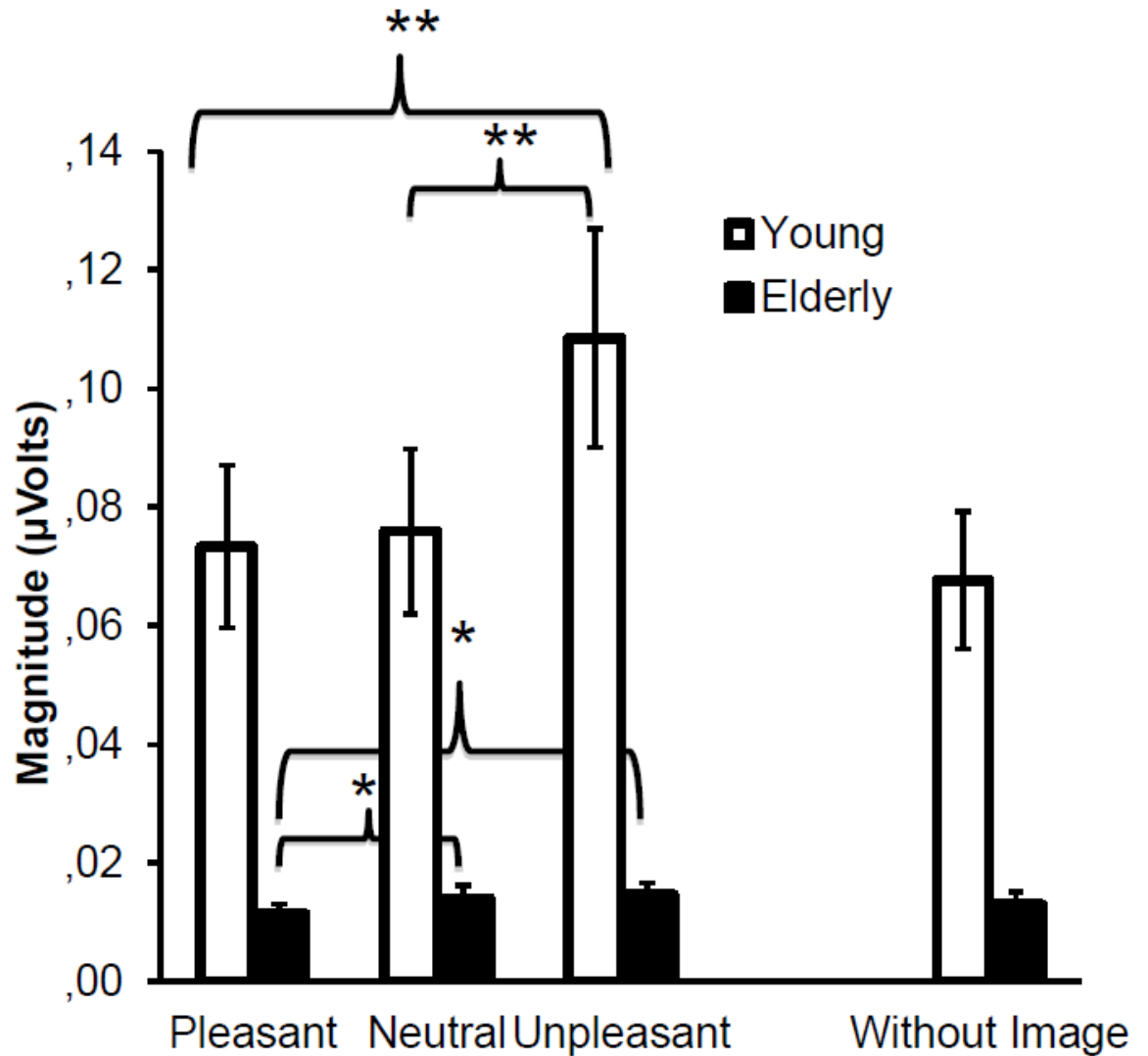
**Figure 2.** Schematic representations of startle and prepulse trials.



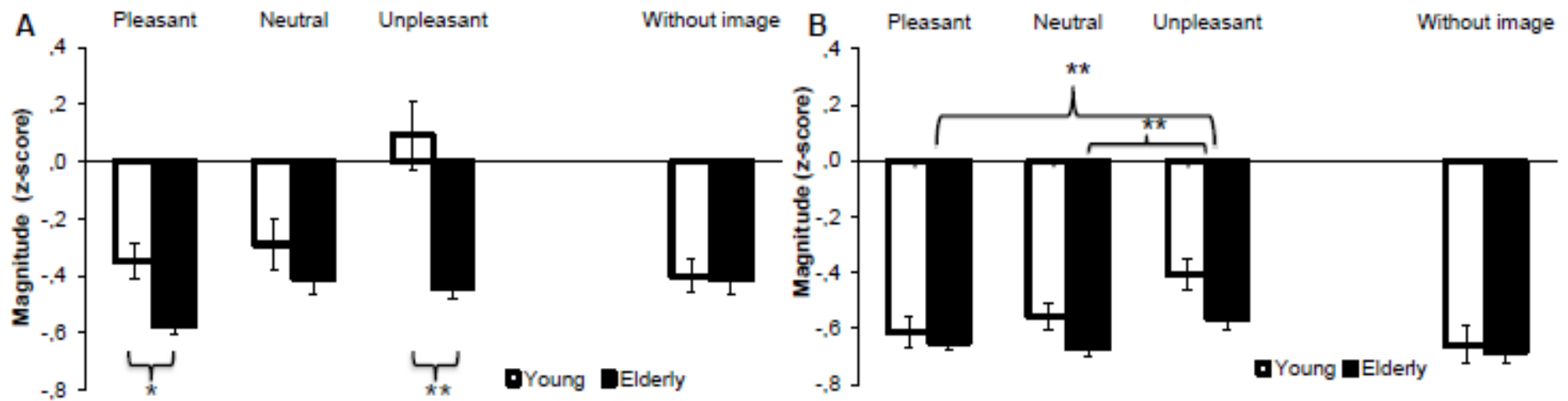
**Figure 3.** Mean raw magnitude (A) and normalized data (B) of startle blink responses while viewing pleasant, neutral and unpleasant images for Young adults and Elderly. The without-image condition is shown for comparison. Error bars are standard errors. \* =  $p < .05$ ; \*\* =  $p < .01$ .



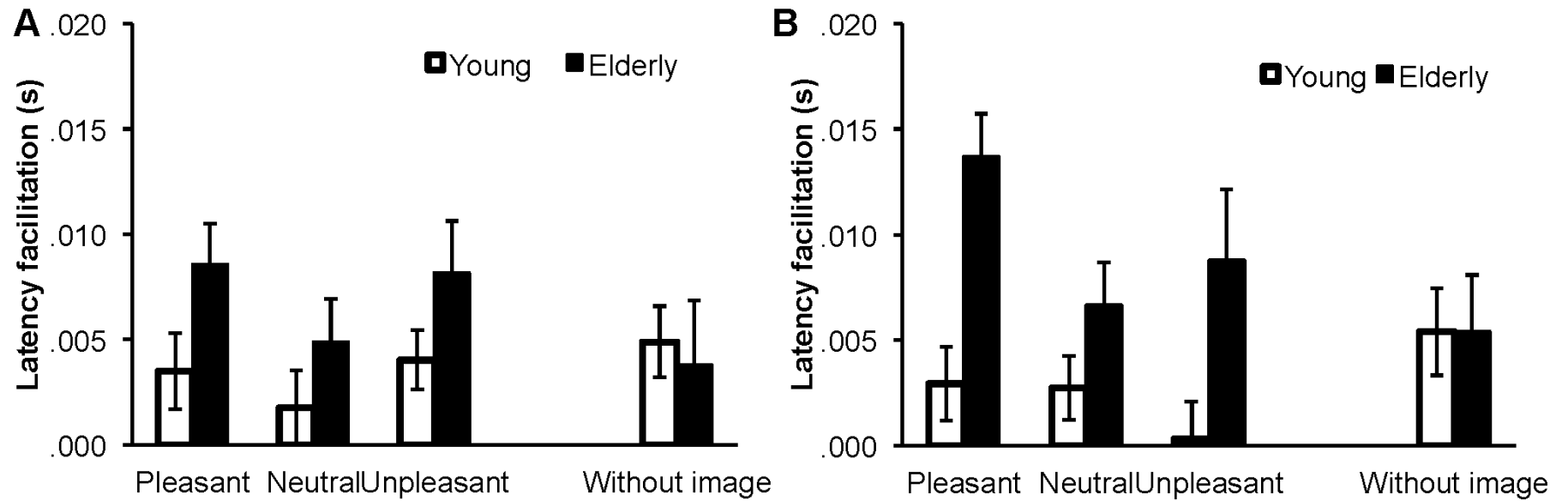
**Figure 4.** Mean latency of the startle blink responses while viewing pleasant, neutral and unpleasant images for Young adults and Elderly. The without-image condition is shown for comparison. Error bars are standard errors. \* =  $p < .05$ ; \*\* =  $p < .01$ .



**Figure 5.** Mean PPI raw magnitude while viewing pleasant, neutral and unpleasant images for Young adults and Elderly (High- and Low- frequency prepulses merged). The without-image condition is shown for comparison. Error bars are standard errors. \* =  $p < .05$ ; \*\* =  $p < .01$ .

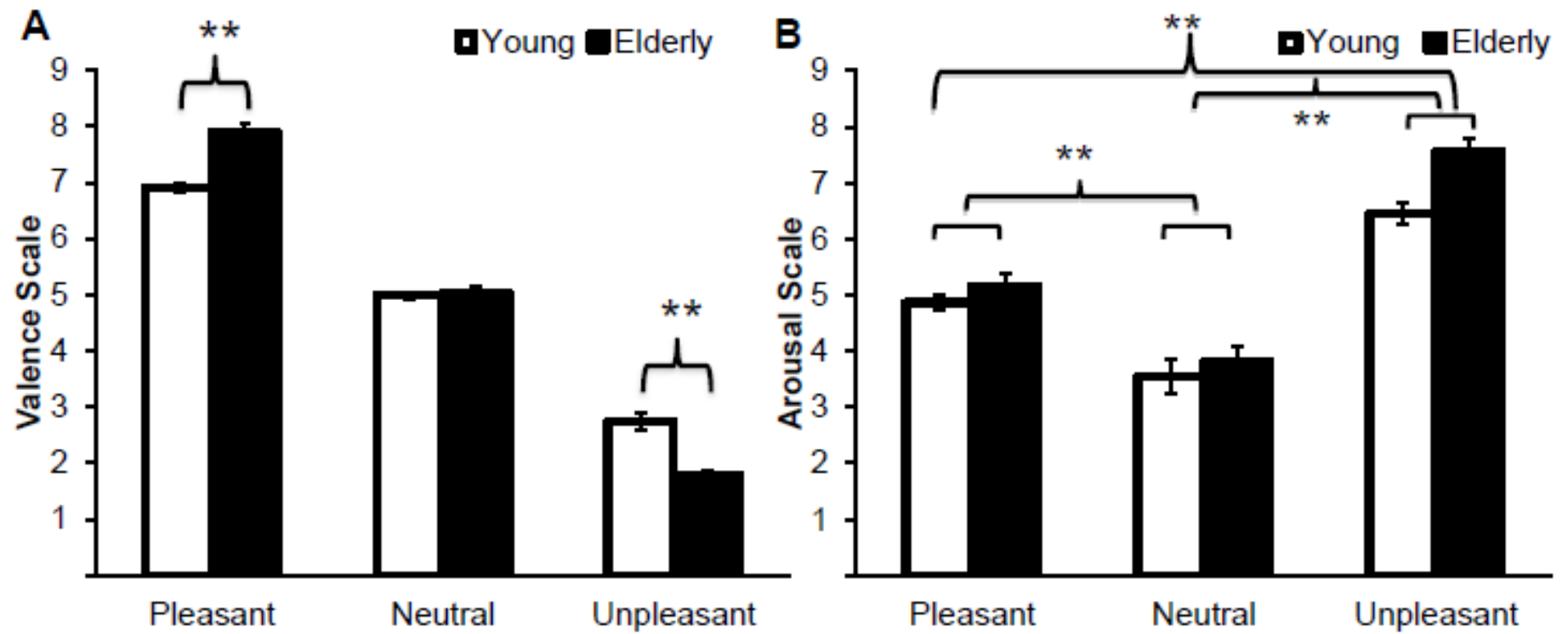


**Figure 6.** Mean normalized PPI magnitude for High- (A) and Low- (B) frequency prepulses while viewing pleasant, neutral and unpleasant images for Younger adults and Elderly. The without-image condition is shown for comparison. Error bars are standard errors. \* =  $p < .05$ ; \*\* =  $p < .01$ .



**Figure 7.** Mean PPI latency facilitation for High- (A) and Low- (B) frequency prepulses while viewing pleasant, neutral and unpleasant images for Young adults and Elderly. The without-image condition is shown for comparison. Error bars are standard errors. \* =  $p < .05$ ; \*\* =  $p < .01$ .





**Figure 8.** Mean valence (A) and arousal (B) ratings of pleasant, neutral and unpleasant pictures by Young adults (N = 27) and Elderly (N = 22). Error bars are standard errors. \* =  $p < .05$ ; \*\* =  $p < .01$

**CHAPITRE III**  
**DISCUSSION GÉNÉRALE**

L'étude ci-présente avait pour but de caractériser l'interaction des émotions et de l'âge sur le réflexe acoustique de sursaut et son inhibition par le prépulse.

### ***3.1 Réflexe acoustique de sursaut***

#### ***3.1.1 Réactivité moindre chez les âgés***

Tel que prédit, les âgés ont montré une magnitude brute de sursaut moindre et une réponse de sursaut (latence) plus lente que les jeunes adultes. La modulation de cette réponse motrice par le vieillissement peut avoir diverses sources, qu'elles soient d'ordre physiologiques ou cognitives. Au niveau physiologique, une fatigue musculaire due au vieillissement pourrait être responsable de la réponse moindre et de la latence plus longue. Dans l'ouvrage *Handbook of the Biology of Aging*, un chapitre entier est alloué aux changements physiologiques des muscles striés squelettiques occasionnés par le vieillissement, dont le muscle orbicularis oculi fait partie (McCarter, 2006). La sarcopénie, définie comme étant une perte de masse musculaire striée causée par le vieillissement, peut mener, en s'aggravant, à une détérioration de la force musculaire et des performances physiques. Elle peut être précipitée par des facteurs pathologiques et comportementaux tels que la sédentarité. La documentation actuellement disponible indique un déclin lié à l'âge de la quasi-totalité des éléments de la chaîne d'événements responsable de la contraction musculaire et que le taux de progression de la sarcopénie n'est pas linéaire (Lexell, Taylor, & Sjostrom, 1988). La masse musculaire serait stable au cours de la vie adulte, la sarcopénie devenant de plus en plus présente et faisant plus de dommages à partir de l'âge de 60 ans. Les causes de ce déclenchement ne sont d'ailleurs pas encore connues. Un nombre plus petit de fibres musculaires, une atrophie de certaines fibres restantes ainsi qu'une diminution du nombre de neurones moteurs auraient pour conséquence une contraction plus faible de nombreux muscles. Malgré les nombreuses preuves de ce déclin, il est important de préciser qu'il existe une différence de sexe (hommes vs femmes) ainsi

qu'une très grande variabilité entre les individus et d'un muscle à l'autre. Il est ainsi délicat de conclure que le déclin du muscle orbicularis oculi est la cause d'une magnitude plus faible du clignement de l'œil chez les âgés dans le cadre du réflexe acoustique de sursaut. Par ailleurs, une analyse histologique du muscle orbicularis oculi (paupière supérieure) chez quatre cadavres d'hommes (âges 30, 40, 60 et 70 ans) et une étude de la performance de ce muscle, en divers points, chez 68 participants âgés entre 18 et 73 ans, ont révélé que le muscle orbicularis oculi demeurait intact malgré le vieillissement, c'est-à-dire que les fibres musculaires étaient intactes et qu'il y avait absence de ptose du muscle (Pottier, El-Shazly, & El-Shazly, 2008). Les résultats de l'étude de performance du muscle suggèrent aussi le maintien de son efficacité. Une autre possible explication physiologique de l'ampleur moindre du clignement des yeux mesurée lors du réflexe acoustique de sursaut chez les âgés est la présence accrue de gras au sein du muscle et autour de ce dernier. Chez certains âgés, un renflement de gras dans la région péri orbitale est présent (Pottier et al., 2008). Ceci pourrait occasionner une diminution de la conduction du signal électrique produit par le muscle et ainsi une captation plus faible par les électrodes en place. En outre, dans l'étude de Ford et al. (1995), les âgés ont montré un nombre de sursaut moindre comparativement aux jeunes adultes, et ce, malgré un ajustement du bruit de sursaut par rapport aux seuils auditifs des participants, ceci impliquant que cette hyporéactivité n'est pas causée par les possibles déficits auditifs présents chez les âgés. En ce qui a trait aux causes cognitives, le circuit responsable du réflexe acoustique de sursaut peut aussi, à l'image de nombreuses fonctions cognitives, être influencé par le simple vieillissement biologique, c'est-à-dire l'effet de l'âge sur l'efficacité des transmissions nerveuses et autres caractéristiques opérationnelles du circuit neuronal (Levenson & Qualls, 2000). La magnitude réduite et la lenteur de réponse chez les âgés pourraient aussi être le reflet de traitements cognitifs ralentis (Salthouse, 1996), par exemple des variations dues à l'âge des traitements centraux dans les centres du tronc cérébral impliqués dans la génération du réflexe acoustique de sursaut (Kofler et al., 2001), une concentration moindre ou une allocation inefficace des ressources attentionnelles (Craik et al., 2010). Tout bien considéré,

il est pertinent de rapporter les valeurs brutes de magnitude du clignement des yeux suite au bruit de sursaut afin d'être en mesure de tenir compte de l'ensemble des sources de modulation du sursaut.

### ***3.1.2 Modulation par les émotions différente chez les jeunes adultes et les âgés***

L'étude de l'interaction entre les émotions, l'âge et le réflexe acoustique de sursaut a révélé que la *valence* des images a eu un impact différent sur la réponse de sursaut des jeunes adultes et des âgés, autant pour les valeurs de magnitude brute que pour les valeurs normalisées en scores  $z$ . L'étude de la magnitude du clignement des yeux normalisée en scores  $z$  permet de réduire la grande variabilité des valeurs brutes et ainsi permettre les comparaisons entre les groupes. Les résultats en valeurs normalisées sont discutées ci-après. Les résultats obtenus dans notre étude tendent à soutenir ceux obtenus par l'équipe de Feng et collaborateurs (2011), c'est-à-dire un sursaut significativement plus élevé chez les âgés lors du visionnement d'images plaisantes comparativement aux jeunes adultes. La facilitation du sursaut lors du visionnement d'images plaisantes chez les âgés pourrait refléter une fonction de base du réflexe de sursaut, soit l'interruption d'un comportement en cours, tel que suggéré par l'étude de Miller et collaborateurs (2002) et de Herbert et Kissler (2010). Plus l'engagement dans le processus d'imagerie mentale est grand, plus élevée est l'interruption du comportement et de ce fait plus le sursaut est grand. Ainsi, les âgés auraient un sursaut potentialisé lors du visionnement d'images plaisantes, car l'encodage des expériences positives serait meilleur chez ceux-ci. Ceci laisse croire que les âgés accordent plus d'importance aux stimuli plaisants comparativement aux jeunes adultes, suggérant un biais émotionnel positif chez les âgés. On retrouve d'ailleurs une latence plus grande lors du visionnement d'images plaisantes comparativement aux images déplaisantes et neutres, et ce, pour les deux groupes, ce qui pourrait être le reflet d'un traitement plus long causé par un encodage plus avancé des événements positifs comparativement aux événements neutres et négatifs. C'est aussi ce patron de réponse qui avait été rapporté dans

l'étude de (Roy et al., 2009) avec des extraits musicaux (plaisants et déplaisants) ainsi que dans l'étude de (Bradley, Cuthbert, et al., 1996b) avec des images (plaisantes, neutres et déplaisantes). Étant donné que de plus en plus de résultats indiquent une modulation de la latence par la *valence*, il semblerait pertinent d'inclure cette mesure dans les études sur le réflexe acoustique de sursaut et les émotions. En outre, une étude en imagerie par résonance magnétique fonctionnelle réalisée par Mather et al. (2004) appuie la présence d'un biais émotionnel positif chez les âgés. En effet, leur étude portait sur l'activation de l'amygdale lors du visionnement d'images plaisantes, neutres et déplaisantes chez des jeunes adultes (18 à 29 ans) et des âgés (70 à 90 ans). Les résultats de cette étude ont révélé que seuls les âgés ont démontré une activation plus grande de l'amygdale lors du visionnement d'images positives comparativement aux images négatives. Plus précisément, cette différence se décrit par le fait que l'activation de cette région lors du visionnement d'images neutres et positives n'est pas significativement différente entre les deux groupes alors que le visionnement d'images déplaisantes a occasionné une activation moindre de l'amygdale chez les âgés que chez les jeunes adultes. Ceci s'insère dans la lignée de résultats démontrant un maintien de l'affect positif et une diminution de l'affect négatif avec l'âge (Carstensen et al., 2000; Charles et al., 2001). De plus, l'étude de (Mather et al., 2004) permet de confirmer que cette diminution d'activation de l'amygdale ne s'explique pas par le phénomène de dédifférenciation fréquemment observé chez les âgés, autrement dit le fait que, pour une même fonction, on retrouve une activation généralisée, dans plusieurs zones du cerveau, chez les âgés alors qu'on retrouve une activation localisée chez les jeunes adultes. La cause de cette hypoactivation de l'amygdale chez les âgés pourrait s'expliquer par une atrophie liée à l'âge des systèmes neuronaux importants pour le traitement des éléments négatifs ou une réduction de la réponse psychophysologique au niveau d'*arousal* du contenu. L'ensemble de ces résultats tend vers une diminution de l'encodage d'expériences émotionnelles négatives durant les premiers instants de cette expérience chez les âgés. Bien que nos résultats tendent vers une inhibition moindre chez les âgés lors du visionnement d'images déplaisantes comparativement aux jeunes adultes,

les analyses n'ont pas révélé une différence significative entre les deux groupes. Les résultats de notation des images (Manipulation Check) mettent en lumière une possible explication de cette absence de différence significative. Les âgés ont évalué les images de manière plus extrême, c'est-à-dire que les images plaisantes ont été évaluées comme étant plus plaisantes et les images déplaisantes, plus déplaisantes comparativement aux jeunes adultes. On retrouve aussi ce patron de réponse dans une étude réalisée par Gruhn et Scheibe (2008) auprès d'âgés (63 à 77 ans) et de jeunes adultes (18 à 31 ans). Cette étude a aussi rapporté que les images déplaisantes et neutres étaient plus stimulantes (*arousal*) pour les âgés que pour les jeunes adultes alors que les images positives étaient moins stimulantes (*arousal*) pour les âgés que pour les jeunes adultes. Dans le cas de notre étude, l'évaluation indique que les âgés ont jugé les images, peu importe leur type, comme étant plus stimulantes comparativement au jugement des jeunes adultes. Les âgés semblent ainsi avoir été davantage interpellés émotionnellement par les images, peu importe leur type. Il est donc possible que les âgés aient traité et encodé les stimuli plaisants et déplaisants anormalement plus profondément. On peut ainsi supposer que les mécanismes de régulation émotionnelle généralement employés par les âgés pour les stimuli déplaisants n'ont pu être aussi efficaces. Par conséquent, les âgés ont possiblement effectué un encodage des stimuli déplaisants légèrement plus élevé que la normale, leur niveau d'encodage se rapprochant légèrement de celui effectué par les jeunes adultes. À la lumière des résultats et des connaissances scientifiques actuelles, il est possible d'avancer que les deux paramètres du réflexe acoustique de sursaut, soit la magnitude et la latence, sont modulés par les émotions. Cette modulation diffère avec l'âge, à savoir que la magnitude n'est pas influencée par les émotions de la même façon chez les jeunes adultes que chez les âgés alors que la latence de la réponse de sursaut est modulée de façon similaire chez les deux groupes. Ainsi, il est possible d'avancer que la magnitude du clignement de l'œil et la latence reflètent deux traitements cognitifs différents.

### ***3.2. Inhibition par le prépulse***

#### ***3.2.1 Meilleure inhibition par le prépulse chez les âgés***

L'inhibition du réflexe acoustique de sursaut par le prépulse a été mesurée par la magnitude brute, la magnitude normalisée (score  $z$ ) et le pourcentage d'inhibition. On remarque que l'inhibition par le prépulse est significativement plus grande pour les âgés comparativement aux jeunes adultes dans le cas des trois types de mesure. De ce fait, nos résultats ne soutiennent pas la théorie du déclin de la fonction inhibitrice avec l'âge telle que mesurée par l'inhibition par le prépulse. Il est plus qu'intéressant de noter que cette différence significative est présente malgré la normalisation en score  $z$  et la mesure relative du pourcentage d'inhibition, ce qui confirme que la différence observée en magnitude brute n'est pas simplement due à l'hyporéactivité des âgés au réflexe acoustique de sursaut. En outre, la présence d'inhibition du réflexe acoustique de sursaut chez les âgés, sans égard au type de mesure, indique que ces derniers entendaient bel et bien le son de prépulse (65 dB SPL). Bien que peu d'informations soient disponibles à propos de la signification fonctionnelle de la facilitation de la latence, celle-ci reflèterait un autre traitement relatif au réflexe acoustique de sursaut que la latence et l'inhibition par le prépulse (Ellwanger et al., 2003). Dans le cas de notre étude, on remarque qu'il y a une facilitation de la latence plus grande avec l'âge, c'est-à-dire que les âgés ont démontré un raccourcissement proportionnellement plus grand de la latence de leur réflexe de sursaut réduit comparativement aux jeunes adultes. Il est cependant difficile de dégager des conclusions plus globales sur la signification de ce résultat en raison du manque de connaissances concernant ce paramètre. Dans l'ensemble, les résultats ne soutiennent pas la théorie du déclin de la fonction inhibitrice avec l'âge telle que mesurée par l'inhibition par le prépulse. Au contraire, il semblerait que les âgés effectuent un meilleur filtrage sensorimoteur que les jeunes adultes, suggérant ainsi que l'habileté à éliminer les stimuli non pertinents et répétitifs n'est pas altérée avec l'âge. Notre étude ne permet cependant pas de confirmer que les autres circuits neuronaux liés au circuit responsable de ce processus d'inhibition



centrale sont intacts. En effet, bien que le filtrage sensorimoteur soit le reflet de l'état de la fonction inhibitrice, ce reflet n'est que partiel, la fonction inhibitrice étant composée de nombreux autres processus. Ainsi, étant donné nos résultats et le fait que plusieurs études ont démontré le déclin de certains mécanismes de la fonction inhibitrice avec l'âge, il est possible de croire à un déclin sélectif et non pas global de ces mécanismes.

### ***3.2.2. Présence de modulation de l'inhibition par le prépulse par les émotions***

Nos résultats soutiennent que les émotions modulent le filtrage sensorimoteur. Le patron général de modulation du PPI par les émotions est similaire pour les trois différentes mesures (magnitude brute, score  $z$  et pourcentage d'inhibition). Plus précisément, on remarque une tendance vers une inhibition plus grande lors du visionnement d'images plaisantes et une inhibition plus faible lors du visionnement d'images déplaisantes. Étant donné le grand effet de groupe et la grande variabilité présents dans les valeurs brutes, il n'est pas approprié de les utiliser pour observer les différences entre les groupes pour chaque condition émotionnelle. Les mesures normalisées en score  $z$  ainsi que les mesures de pourcentage d'inhibition ont donc été employées afin de vérifier la présence de réelles différences intergroupes pour les différentes conditions émotionnelles.

Tout d'abord, les résultats en score  $z$  indiquent que, dans le cas du prépulse en hautes fréquences, les âgés montrent une inhibition significativement plus grande lors du visionnement d'images plaisantes et déplaisantes comparativement aux jeunes adultes. On ne retrouve pas cette interaction pour les essais avec le prépulse en basses fréquences. Cette différence entre les résultats du prépulse en hautes et basses fréquences est possiblement due à un effet plafond dans le cas des essais avec un prépulse en basses fréquences, ce dernier causant plus d'inhibition que le prépulse en hautes fréquences. Ceci pourrait être logiquement dû à une plus grande sonie qui diffère entre les hautes et basses fréquences à cause de la largeur des bandes critiques. Cela peut expliquer qu'il ne soit pas possible de

percevoir la différence entre les âgés et les jeunes adultes pour les diverses conditions émotionnelles dans le cas de l'inhibition par le prépulse en basses fréquences. Les résultats correspondant à l'inhibition suite au prépulse en basses fréquences confirment cependant que les deux groupes ont un sursaut moins inhibé lors du visionnement d'images déplaisantes comparativement aux images plaisantes et neutres. Quant aux résultats de pourcentage d'inhibition, on retrouve un patron de réponse similaire, c'est-à-dire que le prépulse cause une inhibition significativement moindre lors du visionnement d'images déplaisantes comparativement aux images plaisantes lors du prépulse en hautes fréquences. En outre, on retrouve que les âgés démontrent une inhibition significativement plus grande que les jeunes adultes lors du visionnement d'images plaisantes et neutres (prépulse en basses fréquences), mais ce n'est pas le cas pour les images déplaisantes. Indubitablement, malgré que le portrait de réponse soit complexe, nos résultats suggèrent un effet d'émotion sur le PPI.

L'ensemble de nos résultats suggère que les âgés ont possiblement une meilleure fonction inhibitrice telle que mesurée par le PPI ainsi qu'une régulation émotionnelle qui tend vers un meilleur encodage des événements plaisants et un encodage moindre des événements déplaisants tel qu'illustré par la magnitude du réflexe de sursaut lors du visionnement d'images plaisantes, neutres et déplaisantes. À la lumière de ces résultats, nous suggérons que l'encodage émotionnel faciliterait le processus d'inhibition tel que mesuré par l'inhibition par le prépulse. Autrement dit, si l'encodage des événements émotionnels est fait plus profondément, comme dans le cas des images plaisantes chez les âgés, les circuits neuronaux responsables de la modulation émotionnelle ont une influence facilitatrice sur la fonction inhibitrice. À l'opposé, un encodage plus superficiel, tel que suggéré chez les âgés lors du visionnement d'images déplaisantes, aurait un impact moindre sur l'inhibition par le prépulse. Compte tenu de la découverte de l'interaction entre les émotions et le PPI, il est possible que les émotions soient des variables confondantes pour le PPI. Ainsi, une meilleure compréhension de l'influence des émotions sur le PPI permettrait de concevoir un modèle d'expérimentation qui ciblerait adéquatement le filtrage

sensorimoteur. Ceci est particulièrement pertinent dans le cadre des études sur l'état du filtrage sensorimoteur dans divers états pathologiques dans lesquels on retrouve une régulation émotionnelle altérée tels que la schizophrénie.

On retrouve actuellement uniquement deux autres études qui se sont penchées sur la présence d'une interaction entre les émotions et le PPI, toutes deux ayant conclu à l'indépendance de l'affect et de l'inhibition par le prépulse chez les jeunes adultes (Bradley et al., 1993; Hawk & Cook, 2000). Cette conclusion diffère des résultats obtenus dans notre étude. Certains éléments peuvent cependant expliquer ces résultats divergents. Tout d'abord, les conclusions de l'étude de Bradley et collaborateurs (1993) semblent inadéquates en ce sens que la mesure effectuée reflète davantage un effet d'attention que d'émotion. En effet, les images plaisantes, neutres et déplaisantes ont une double fonction, c'est-à-dire que les images sont utilisées à la fois pour induire la *valence* émotionnelle (plaisant, neutre ou déplaisant) et pour causer le prépulse. Plus précisément, l'apparition de l'image agit comme prépulse pour le bruit de sursaut et cet impact d'inhibition est efficace jusqu'à environ 800ms après l'apparition de l'image. Il est possible de croire que la mesure d'inhibition alors effectuée dans cet intervalle de temps reflète davantage un effet d'attention ou d'intérêt que l'effet de la *valence* de l'image tel que suggéré par l'étude de Simons et Zelson (1985). Leurs résultats suggèrent en effet plutôt que l'effet d'émotion n'est pas simultané. Ainsi, les conclusions tirées par les auteurs sont possiblement inadéquates, car l'impact des émotions sur le PPI n'a pas été vraiment mesuré. Dans l'étude de Hawk et Cook (2000), on souligne la présence d'une tendance similaire aux résultats obtenus dans l'étude présentée, c'est-à-dire vers une inhibition moindre du réflexe de sursaut suite au prépulse lors du visionnement d'images déplaisantes comparativement aux images plaisantes, mais cette tendance n'est pas significative ( $p = 0.1$ ). Malgré que ces études indiquent, à première vue, l'indépendance du PPI et des émotions, il semble que leurs conclusions doivent être prises en compte avec prudence.

Dans un autre ordre d'idées, tel que précédemment exposé, les résultats de notre étude laissent croire à une influence des émotions sur l'inhibition par le prépulse alors que la facilitation de la latence et les émotions semblent indépendants. Ceci suggère que le PPI et la facilitation de la latence sont le reflet de deux processus différents.

De façon générale, une recherche ultérieure comprenant des stimuli visuels plus actuels permettrait de mieux induire les états émotionnels. Bien que les images issues de l'IAPS sont reconnues comme étant de fiables inducteurs d'émotions présentes dans la vie courante, la qualité des clichés rend l'expérience émotionnelle moins vraie. En général, les participants ont rapporté s'être arrêtés à l'aspect vieillot des images et s'être sentis comme un spectateur plutôt qu'un acteur de la scène émotionnelle. Dans la société actuelle, la qualité des photos, même domestiques, étant très élevée, l'expérience émotionnelle gagnerait en fiabilité et en intensité avec des images récentes. De plus, il aurait été intéressant d'utiliser les évaluations des participants de l'étude présentée pour faire la sélection des images à employer dans la tâche au lieu de participants distincts. La notation initiale a été effectuée par des participants de caractéristiques sociodémographiques similaires aux participants de la tâche principale afin d'éviter que ces derniers aient vu les images avant la tâche principale. Le tout avait pour but de garantir ainsi un impact émotionnel plus important lors de la tâche. Il aurait été pertinent d'avoir niveau d'*arousal* équivalent entre les images plaisantes et déplaisantes afin que seule la *valence* diffère entre ces deux types d'images. De ce fait, il est possible que l'*arousal* teinte les résultats de modulation par les images. Aussi, il aurait été pertinent de contrôler de façon plus fine l'état émotionnel des participants. En effet, l'état émotionnel de base des participants a pu avoir un impact sur l'encodage des images et conséquemment leurs réactions. On souligne d'ailleurs l'existence d'une interaction entre la réactivité au bruit de sursaut et les différences individuelles en terme d'anxiété, de dépression, de colère et de peur dans l'étude de Cook et collaborateurs (1991). En fait, les sujets ayant un niveau d'anxiété et de peur intrinsèque plus élevé montrent une magnitude de sursaut plus grande en présence d'images déplaisantes comparativement aux sujets moins craintifs.

**CHAPITRE IV**  
**CONCLUSION**

La présente étude a d'abord et avant tout permis de caractériser l'interaction des émotions et de l'âge sur l'inhibition par le prépulse. En effet, les résultats obtenus suggèrent que la fonction inhibitrice telle que mesurée par le PPI n'est pas altérée avec l'âge et que celui-ci est modulé par les émotions. En dépit du fait que le portrait dépeint par les résultats ne soit pas limpide, il s'avère primordial de prendre en compte les émotions dans le cadre de futures expérimentations sur le PPI. Des recherches ultérieures afin de dégager un portrait plus clair de cette interaction sont notamment nécessaires. Les résultats obtenus en ce qui a trait au réflexe acoustique de sursaut sont en accord avec les connaissances scientifiques actuelles, c'est-à-dire que le réflexe acoustique de sursaut est modulé par l'âge et que les émotions modulent ce réflexe de façon différente chez les jeunes adultes et les âgés. Or, les résultats s'inscrivent dans la théorie selon laquelle les âgés font preuve d'un maintien de l'affect positif et une diminution de l'affect négatif, nommée biais émotionnel positif. Les résultats suggèrent aussi que la mesure de magnitude du réflexe acoustique de sursaut, sa latence, la mesure d'inhibition suite au prépulse et la facilitation de la latence sont le reflet de quatre processus différents. Globalement, nous concluons que la *valence* module les deux paramètres du réflexe acoustique de sursaut, soit sa magnitude et sa latence ainsi que les deux paramètres de l'inhibition par le prépulse, soit sa magnitude ou le pourcentage d'inhibition et la facilitation de la latence. Enfin, la présente étude constitue un bon point de départ pour la recherche ultérieure concernant l'influence de l'âge et des émotions sur le filtrage sensorimoteur.

## **RÉFÉRENCES**

- Anthony, B. J., & Graham, F. K. (1985). Blink reflex modification by selective attention: evidence for the modulation of 'automatic' processing. *Biological Psychology*, *21*(1), 43-59.
- Beck, A. T., Steer, R. A., & Brown, G. K. (1996). *Manual for the Beck Depression Inventory-II*. Tx: Psychological Corporation.
- Benning, S. D., Patrick, C. J., & Lang, A. R. (2004). Emotional modulation of the post-auricular reflex. *Psychophysiology*, *41*(3), 426-432. doi: 10.1111/j.1469-8986.00160.x
- Blumenthal, T. D., Cuthbert, B. N., Filion, D. L., Hackley, S., Lipp, O. V., & van Boxtel, A. (2005). Committee report: Guidelines for human startle eyeblink electromyographic studies. *Psychophysiology*, *42*(1), 1-15. doi : 10.1111/j.1469-8986.2005.00271.x
- Bradburn, Norman M. Noll C. Edward. (1969). *The structure of psychological well-being*. Chicago: Aldine Pub. Co.
- Bradley, M. M., Codispoti, M., Cuthbert, B. N., & Lang, P. J. (2001). Emotion and Motivation I: Defensive and Appetitive Reactions in Picture Processing. *Emotion*, *1*(3), 276-298. doi : 10.1037//1528-3542.1.3.276
- Bradley, M. M., Cuthbert, B. N., & Lang, P. J. (1988). Lateral Presentation of Acoustic Startle Stimuli in a Varying Affective Foreground. *Psychophysiology*, *25*(4), 436.
- Bradley, M. M., Cuthbert, B. N., & Lang, P. J. (1990). Startle Reflex Modification - Emotion or Attention. *Psychophysiology*, *27*(5), 513-522.
- Bradley, M. M., Cuthbert, B. N., & Lang, P. J. (1991). Startle and emotion: lateral acoustic probes and the bilateral blink. *Psychophysiology*, *28*(3), 285-295.
- Bradley, M. M., Cuthbert, B. N., & Lang, P. J. (1993). Pictures as Prepulse - Attention and Emotion in Startle Modification. *Psychophysiology*, *30*(5), 541-545.
- Bradley, M. M., Cuthbert, B. N., & Lang, P. J. (1996a). Lateralized startle probes in the study of emotion. *Psychophysiology*, *33*(2), 156-161.
- Bradley, M. M., Cuthbert, B. N., & Lang, P. J. (1996b). Picture media and emotion: Effects of a sustained affective context. *Psychophysiology*, *33*(6), 662-670.



- Bradley, M. M., Drobles, D., & Lang, P. J. (1996). A probe for all reasons: Reflex and RT measures in perception. *Psychophysiology*, 33(Suppl. 1), S25.
- Bradley, M. M., & Lang, P. J. (1994). Measuring Emotion - the Self-Assessment Mannequin and the Semantic Differential. *Journal of Behavior Therapy and Experimental Psychiatry*, 25(1), 49-59.
- Bradley, M. M., & Lang, P. J. (2000). Affective reactions to acoustic stimuli. *Psychophysiology*, 37(2), 204-215.
- Braff, D. L., & Geyer, M. A. (1990). Sensorimotor gating and schizophrenia. Human and animal model studies. *Archives of General Psychiatry*, 47(2), 181-188.
- Braff, D. L., Geyer, M. A., & Swerdlow, N. R. (2001). Human studies of prepulse inhibition of startle: normal subjects, patient groups, and pharmacological studies. *Psychopharmacology*, 156(2-3), 234-258. doi : 10.1007/s002130100810
- Braff, D. L., Stone, C., Callaway, E., Geyer, M., Glick, I., & Bali, L. (1978). Prestimulus Effects on Human Startle Reflex in Normals and Schizophrenics. *Psychophysiology*, 15(4), 339-343.
- Brummer, L., Stopa, L., & Bucks, R. (2013). The Influence of Age on Emotion Regulation Strategies and Psychological Distress. *Behavioural and Cognitive Psychotherapy*, 1-14. doi: 10.1017/S1352465813000453
- Cadenhead, K. S., Carasso, B. S., Swerdlow, N. R., Geyer, M. A., & Braff, D. L. (1999). Prepulse inhibition and habituation of the startle response are stable neurobiological measures in a normal male population. *Biological Psychiatry*, 45(3), 360-364.
- Carstensen, L. L., & Lockenhoff, C. E. (2003). Aging, emotion, and evolution: the bigger picture. *Motivation and Emotion*, 27(2), 152-179.
- Carstensen, L. L., Pasupathi, M., Mayr, U., & Nesselroade, J. R. (2000). Emotional experience in everyday life across the adult life span. *Journal of Personality and Social Psychology*, 79(4), 644-655. doi : 10.1037//0022-3514.79.4.644
- Charles, S. T., Reynolds, C. A., & Gatz, M. (2001). Age-related differences and change in positive and negative affect over 23 years. *Journal of Personality and Social Psychology*, 80(1), 136-151. doi : 10.1037//0022-3514.80.1.136

- Cook, E. W., 3rd, Hawk, L. W., Jr., Davis, T. L., & Stevenson, V. E. (1991). Affective individual differences and startle reflex modulation. *Journal of Abnormal Psychology, 100*(1), 5-13.
- Costa, P. T., Jr., Zonderman, A. B., McCrae, R. R., Corroni-Huntley, J., Locke, B. Z., & Barbano, H. E. (1987). Longitudinal analyses of psychological well-being in a national sample: stability of mean levels. *Journal of Gerontology, 42*(1), 50-55.
- Craik, F. I., Luo, L., & Sakuta, Y. (2010). Effects of aging and divided attention on memory for items and their contexts. *Psychology and Aging, 25*(4), 968-979. doi: 10.1037/a0020276
- Cuthbert, B. N., Bradley, M. M., & Lang, P. J. (1996). Probing picture perception: activation and emotion. *Psychophysiology, 33*(2), 103-111.
- Davis, M. (1989). Sensitization of the acoustic startle reflex by footshock. *Behavioral Neuroscience, 103*(3), 495-503.
- Davis, M., & Astrachan, D. I. (1978). Conditioned fear and startle magnitude: effects of different footshock or backshock intensities used in training. *Journal of Experimental Psychology and Animal Behavior Processes, 4*(2), 95-103.
- Davis, M., Gendelman, D. S., Tischler, M. D., & Gendelman, P. M. (1982). A Primary Acoustic Startle Circuit - Lesion and Stimulation Studies. *Journal of Neuroscience, 2*(6), 791-805.
- Dawson, M. E., Hazlett, E. A., Filion, D. L., Nuechterlein, K. H., & Schell, A. M. (1993). Attention and schizophrenia: impaired modulation of the startle reflex. *Journal of Abnormal Psychology, 102*(4), 633-641.
- Ellwanger, J., Geyer, M. A., & Braff, D. L. (2003). The relationship of age to prepulse inhibition and habituation of the acoustic startle response. *Biological Psychology, 62*(3), 175-195. Doi : 10.1016/S0301-0511(02)00126-6
- Fendt, M., Koch, M., & Schnitzler, H. U. (1994). Amygdaloid noradrenaline is involved in the sensitization of the acoustic startle response in rats. *Pharmacology Biochemistry and Behavior, 48*(2), 307-314.

- Feng, M. C., Courtney, C. G., Mather, M., Dawson, M. E., & Davison, G. C. (2011). Age-Related Affective Modulation of the Startle Eyeblink Response: Older Adults Startle Most When Viewing Positive Pictures. *Psychology and Aging, 26*(3), 752-760. doi : 10.1037/A0023110
- Ford, J. M., Roth, W. T., Isaacks, B. G., White, P. M., Hood, S. H., & Pfefferbaum, A. (1995). Elderly men and women are less responsive to startling noises: N1, P3 and blink evidence. *Biological Psychology, 39*(2-3), 57-80. doi : 0301-0511(94)00959-2
- Fournier, P., & Hebert, S. (2013). Gap detection deficits in humans with tinnitus as assessed with the acoustic startle paradigm: does tinnitus fill in the gap? *Hearing Research, 295*, 16-23. doi: 10.1016/j.heares.2012.05.011
- Gmehlin, D., Kreisel, S. H., Bachmann, S., Weisbrod, M., & Thomas, C. (2011). Age effects on preattentive and early attentive auditory processing of redundant stimuli: is sensory gating affected by physiological aging? *The Journals of Gerontology Series A : Biological Sciences and Medical Sciences, 66*(10), 1043-1053. doi: 10.1093/gerona/qlr067
- Graham, F. K., & Murray, M.G. (1977). Discordant effects of weak prestimulation on magnitude and latency of the reflex blink. *Psychophysiology, 5*(1), 108-114.
- Graham, F. K., Putnam, L.E., & Leavitt, L.A. (1975). Lead-Stimulation Effects on Human Cardiac Orienting and Blink Reflexes. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 104*(2), 161-169.
- Gross, J. J., Carstensen, L. L., Pasupathi, M., Tsai, J., Skorpen, C. G., & Hsu, A. Y. (1997). Emotion and aging: experience, expression, and control. *Psychology and Aging, 12*(4), 590-599.
- Gruhn, D., & Scheibe, S. (2008). Age-related differences in valence and arousal ratings of pictures from the International Affective Picture System (IAPS): Do ratings become more extreme with age? *Behavior Research Methods, 40*(2), 512-521. doi : 10.3758/Brm.40.2.512
- Harbin, T. J., & Berg, W. K. (1983). The effects of age and prestimulus duration upon reflex inhibition. *Psychophysiology, 20*(6), 603-610.

- Harrell, R.W. (2002). Puretone evaluation. In J. Katz (Ed.), *Handbook of Clinical Audiology* (pp. 71-87). Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins.
- Hawk, L. W., & Cook, E. W. (1997). Affective modulation of tactile startle. *Psychophysiology*, *34*(1), 23-31.
- Hawk, L. W., & Cook, E. W. (2000). Independence of valence modulation and prepulse inhibition of startle. *Psychophysiology*, *37*(1), 5-12.
- Herbert, C., & Kissler, J. (2010). Motivational priming and processing interrupt: startle reflex modulation during shallow and deep processing of emotional words. *International Journal of Psychophysiology*, *76*(2), 64-71. doi : 10.1016/j.ijpsycho.2010.02.004
- Ison, J. R., Bowen, G. P., Pak, James, & Gutierrez, Elsa. (1997). Changes in the strength of prepulse inhibition with variation in the startle baseline associated with individual differences and with old age in rats and mice. *Psychobiology*, *25*(3), 266-274.
- Koch, M., Schmid, A., & Schnitzler, H. U. (1996). Pleasure-attenuation of startle is disrupted by lesions of the nucleus accumbens. *Neuroreport*, *7*(8), 1442-1446.
- Kofler, M., Muller, J., Reggiani, L., & Valls-Sole, J. (2001). Influence of age on auditory startle responses in humans. *Neuroscience Letters*, *307*(2), 65-68. doi: S0304-3940(01)01908-5
- Krauter, E. Evan, Wallace, J. E., & Campbell, Byron A. (1981). Sensory-Motor Function in the Aging Rat. *Behavioral and Neural Biology*, *31*, 367-392.
- Kumari, V., Fannon, D., Sumich, A. L., & Sharma, T. (2007). Startle gating in antipsychotic-naive first episode schizophrenia patients: One ear is better than two. *Psychiatry Research*, *151*(1-2), 21-28. doi: 10.1016/j.psychres.2006.09.013
- Landis, C., Hunt, W.A., & Strauss, H. (1939). *The Startle Pattern*. New York: Farrar & Rinehart Inc.
- Lang, P. J. (1980). Behavioral treatment and bio-behavioral assessment: computer applications. In J. B. J. J. H. W. T. A. Sidowski (Ed.), *Technology in mental health care delivery systems* (pp. 119-137). Norwood, N.J.: Ablex Pub. Corp.

- Lang, P. J. (1995). The emotion probe. Studies of motivation and attention. *American Psychologist*, 50(5), 372-385.
- Lang, P. J., Bradley, M. M., & Cuthbert, B. N. (1990). Emotion, Attention, and the Startle Reflex. *Psychological Review*, 97(3), 377-395.
- Lang, P. J., Bradley, M. M., & Cuthbert, B. N. (1997). Motivated attention: Affect, activation, and action. In P.J. Lang, R.F. Simons & M. Balaban (Eds.), *Attention and Orienting: Sensory and Motivational Processes* (pp. 97-135), Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Lang, P. J., Bradley, M. M., & Cuthbert, B. N. (1998). Emotion, motivation, and anxiety: brain mechanisms and psychophysiology. *Biological Psychiatry*, 44(12), 1248-1263.
- Lang, P. J., Bradley, M.M., & Cuthbert, B.N. (2008). International affective picture System (IAPS): Affective ratings of pictures and instruction manual *Technical Report A-8*. Gainesville, FL: University of Florida.
- Lang, P. J., Cuthbert, B. N., & Bradley, M. M. (1990). Emotion, Psychopathology and the Startle Reflex. *Scientific Dialogue : From Basic Research to Clinical Intervention*, 5, 27-32.
- Levenson, R.W., & Qualls, Sarah Honn Abeles Norman. (2000). Expressive, physiological, and subjective changes in emotion across adulthood. *Psychology and the aging revolution : how we adapt to longer life* (pp.123-140). Washington, D.C.: American Psychological Association.
- Lexell, J., Taylor, C. C., & Sjostrom, M. (1988). What is the cause of the ageing atrophy? Total number, size and proportion of different fiber types studied in whole vastus lateralis muscle from 15- to 83-year-old men. *Journal of Neurological Sciences*, 84(2-3), 275-294.
- Li, L., Du, Y., Li, N., Wu, X., & Wu, Y. (2009). Top-down modulation of prepulse inhibition of the startle reflex in humans and rats. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 33(8), 1157-1167. doi: 10.1016/j.neubiorev.2009.02.001

- Ludewig, K., Ludewig, S., Seitz, A., Obrist, M., Geyer, M. A., & Vollenweider, F. X. (2003). The acoustic startle reflex and its modulation: effects of age and gender in humans. *Biological Psychology*, *63*(3), 311-323. doi: 10.1016/S0301-0511(03)00074-7
- Magai, C., Consedine, N. S., Krivoshekova, Y. S., Kudadjie-Gyamfi, E., & McPherson, R. (2006). Emotion experience and expression across the adult life span: insights from a multimodal assessment study. *Psychology and Aging*, *21*(2), 303-317. doi: 10.1037/0882-7974.21.2.303
- Mather, M., Canli, T., English, T., Whitfield, S., Wais, P., Ochsner, K., Gabrieli John, D. E., Carstensen, L. L. (2004). Amygdala responses to emotionally valenced stimuli in older and younger adults. *Psychological Science*, *15*(4), 259-263. doi: 10.1111/j.0956-7976.2004.00662.x
- Mather, M., & Carstensen, L. L. (2005). Aging and motivated cognition: the positivity effect in attention and memory. *Trends in Cognitive Sciences*, *9*(10), 496-502. doi: 10.1016/j.tics.2005.08.005
- McCarter, Roger J. M. (2006). Differential Aging Among Skeletal Muscles. In E. J. A. S. N. Masoro (Ed.), *Handbook of the biology of aging* (pp. 470-497). Amsterdam; Boston: Elsevier Academic Press.
- Mcdowd, J. M., Filion, D. L., Harris, M. J., & Braff, D. L. (1993). Sensory Gating and Inhibitory Function in Late-Life Schizophrenia. *Schizophrenia Bulletin*, *19*(4), 733-746.
- Miller, M. W., Patrick, C. J., & Levenston, G. K. (2002). Affective imagery and the startle response: probing mechanisms of modulation during pleasant scenes, personal experiences, and discrete negative emotions. *Psychophysiology*, *39*(4), 519-529. doi: 10.1017.S0048577202394095
- Mroczek, D. K., & Kolarz, C. M. (1998). The effect of age on positive and negative affect: a developmental perspective on happiness. *Journal of Personality and Social Psychology*, *75*(5), 1333-1349.

- Ouagazzal, A. M., Reiss, D., & Romand, R. (2006). Effects of age-related hearing loss on startle reflex and prepulse inhibition in mice on pure and mixed C57BL and 129 genetic background. *Behavioural Brain Research, 172*(2), 307-315. doi: 10.1016/j.bbr.2006.05.018
- Parham, K., & Willott, J. F. (1988). Acoustic Startle Response in Young and Aging C57BL/6J and CBA/J Mice. *Behavioral Neuroscience, 102*(6), 881-886.
- Patrick, C. J., Bradley, M. M., & Lang, P. J. (1993). Emotion in the criminal psychopath: startle reflex modulation. *Journal of Abnormal Psychology, 102*(1), 82-92.
- Pottier, F., El-Shazly, N. Z., & El-Shazly, A. E. (2008). Aging of orbicularis oculi: anatomophysiology consideration in upper blepharoplasty. *Archives of Facial Plastic Surgery, 10*(5), 346-349. doi: 10.1001/archfaci.10.5.346
- Raz, N. C., Fergus I. M. , & Salthouse, T. A. (2000). Aging of the brain and its impact on cognitive performance: integration of structural and functional finding. *The handbook of aging and cognition*. Mahwah, N.J.: Lawrence Erlbaum Associates.
- Rinaldi, P. C., & Thomson, R.F. (1985). Age, Sex and Strain Comparison of Habituation of the Startle Response in the Rat. *Physiology and Behavior, 35*, 9-13.
- Ritchev, M., Bessette-Symons, B., Hayes, S. M., & Cabeza, R. (2011). Emotion processing in the aging brain is modulated by semantic elaboration. *Neuropsychologia, 49*(4), 640-650. doi: 10.1016/j.neuropsychologia.2010.09.009
- Roy, M., Mailhot, J. P., Gosselin, N., Paquette, S., & Peretz, I. (2009). Modulation of the startle reflex by pleasant and unpleasant music. *International Journal of Psychophysiology, 71*(1), 37-42. doi: 10.1016/j.ijpsycho.2008.07.010
- Rybalko, N., Bureš, Z., Burianová, J., Popelář, J., Poon, P. W. F., & Syka, J. (2012). Age-related changes in the acoustic startle reflex in Fischer 344 and Long Evans rats. *Experimental Gerontology, 47*(12), 966-973. doi: 10.1016/j.exger.2012.09.001
- Salthouse, T. A. (1996). The processing-speed theory of adult age differences in cognition. *Psychological Review, 103*(3), 403-428.

- Schwarzkopf, S. B., McCoy, L., Smith, D. A., & Boutros, N. N. (1993). Test-retest reliability of prepulse inhibition of the acoustic startle response. *Biological Psychiatry*, *34*(12), 896-900.
- Sergerie, K., Chochol, C., & Armony, J. L. (2008). The role of the amygdala in emotional processing: A quantitative meta-analysis of functional neuroimaging studies. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, *32*(4), 811-830. doi: 10.1016/j.neubiorev.2007.12.002
- Simons, R. F., & Zelson, M. F. (1985). Engaging visual stimuli and reflex blink modification. *Psychophysiology*, *22*(1), 44-49.
- Smith, D. P., Hillman, C. H., & Duley, A. R. (2005). Influences of age on emotional reactivity during picture processing. *Journals of Gerontology Series B : Psychological Sciences and Social Sciences*, *60*(1), 49-56.
- Swerdlow, N. R., Braff, D. L., Taaid, N., & Geyer, M. A. (1994). Assessing the validity of an animal model of deficient sensorimotor gating in schizophrenic patients. *Archives of General Psychiatry*, *51*(2), 139-154.
- Swerdlow, N. R., & Geyer, M. A. (1998). Using an animal model of deficient sensorimotor gating to study the pathophysiology and new treatments of schizophrenia. *Schizophrenia Bulletin*, *24*(2), 285-301.
- Swetter, Brentt J., Fitch, R. Holly, & Markus, Etan J. (2010). Age-related decline in auditory plasticity: Experience dependent changes in gap detection as measured by prepulse inhibition in young and aged rats. *Behavioral Neuroscience*, *124*(3), 370-380. doi: 10.1037/a0019519
- Ueki, A., Goto, K., Sato, N., Iso, H., & Morita, Y. (2006). Prepulse inhibition of acoustic startle response in mild cognitive impairment and mild dementia of Alzheimer type. *Psychiatry and Clinical Neurosciences*, *60*(1), 55-62.
- Vanman, E. J., Boehmelt, A. H., Dawson, M. E., & Schell, A. M. (1996). The varying time courses of attentional and affective modulation of the startle eyeblink reflex. *Psychophysiology*, *33*(6), 691-697.



- Varty, G. B., Hauger, R. L., & Geyer, M. A. (1998). Aging effects on the startle response and startle plasticity in Fischer F344 rats. *Neurobiology of Aging, 19*(3), 243-251.
- Vrana, S. R., Spence, E. L., & Lang, P. J. (1988). The startle probe response: a new measure of emotion? *Journal of Abnormal Psychology, 97*(4), 487-491.
- Wang, H., He, J., Zhang, R., Zhu, S., Wang, J., Kong, L., Li, X. M. (2012). Sensorimotor gating and memory deficits in an APP/PS1 double transgenic mouse model of Alzheimer's disease. *Behavioural Brain Research, 233*(1), 237-243. doi: 10.1016/j.bbr.2012.05.007
- West, R. L. (1996). An application of prefrontal cortex function theory to cognitive aging. *Psychological bulletin, 120*(2), 272-292.
- Willott, J. F., Carlson, S., & Chen, H. X. (1994). Prepulse Inhibition of the Startle Response in Mice - Relationship to Hearing-Loss and Auditory-System Plasticity. *Behavioral Neuroscience, 108*(4), 703-713.
- Willott, J. F., & Turner, J. G. (1999). Prolonged exposure to an augmented acoustic environment ameliorates age-related auditory changes in C57BL/6J and DBA/2J mice. *Hearing Research, 135*, 78-88.
- Woodruff-Pak, Diana S. (1997). *The neuropsychology of aging*. Cambridge, Mass.: Blackwell.
- Young, J. W., Wallace, C. K., Geyer, M. A., & Risbrough, V. B. (2010). Age-associated improvements in cross-modal prepulse inhibition in mice. *Behavioral Neuroscience, 124*(1), 133-140. doi: 10.1037/a0018462

## **ANNEXE I**

# Étude préliminaire

## Sélection des stimuli visuels

Les stimuli visuels proviennent de la banque IAPS (International Affective Picture System; (Lang et al., 2008), normalisés chez de jeunes étudiants américains grâce au « Self-Assessment Manikin » (SAM) (Bradley & Lang, 1994). Une étude préalablement réalisée au Laboratoire Brams en 2006 chez 27 adultes âgés entre 55 et 80 ans avait révélé une différence d'évaluation en terme de *valence* et d'*arousal* entre ces deux groupes d'âge et de culture différente. Afin d'éliminer un possible biais culturel dans la sélection des images, de jeunes adultes Québécois francophones ont été recrutés afin d'évaluer les images antérieurement sélectionnées et évaluées en 2006 par le groupe d'âgés. Bref, le but de cette étude préliminaire était de sélectionner des images similaires en terme de *valence* et d'*arousal* pour les populations étudiées, soit des jeunes adultes et des âgés québécois francophones. L'évaluation des images en terme de *valence* a aussi été réalisée à titre de référence pour la suite. Aucune donnée physiologique n'a été enregistrée durant cette phase préliminaire.

## Méthodologie

### *Participants*

Trente jeunes adultes (21 femmes et 9 hommes) âgés de 19 à 27 ans ont été recrutés. Tous étaient Québécois francophones (langue maternelle française), ce critère étant justifié par les effets culturels possibles. Tous ont rapporté une bonne santé physique et psychologique. Aucun ne présentait de problèmes visuels non corrigés ou de problèmes médicaux. Aucun ne prenait de médicaments ayant un impact sur le système nerveux central ni ne présentait de problèmes psychologiques, psychiatriques ou neurologiques

rapportés tels que des troubles de l'humeur, de dépression, d'anxiété, de bipolarité et de schizophrénie. Le Beck Depression Inventory II (BDI-II) (Beck et al., 1996) a été employé pour éviter la sélection de participants souffrant de dépression sévère.

### ***Matériel***

Soixante-quinze photos en couleur représentant des objets ou des situations induisant des émotions de la vie courante issues du International Affective Picture System (IAPS; Lang et al., 2008) ont été présélectionnées. Ces images sont celles ayant été préalablement évaluées par le groupe d'âgés en 2006 et sélectionnées pour leur pertinence.

### ***Déroulement***

Les participants devaient évaluer en *valence* et en *arousal* les 75 images selon la procédure d'évaluation SAM. Avant chaque image, une diapositive de préparation était présentée pour cinq secondes. L'image était ensuite montrée pendant six secondes et était directement suivie par les échelles d'évaluation. Les échelles de notation sont présentées en Annexe VII. Le participant devait compléter son évaluation en dix secondes.

### ***Traitement des données et analyses statistiques***

Des 75 images présélectionnées, 66 images pour chaque groupe ont été sélectionnées pour la tâche principale en raison de leur pertinence, c'est-à-dire les images émotionnelles ayant des évaluations aux extrémités du spectre de l'échelle très plaisant à très déplaisant. La sélection finale incluait 57 images communes aux deux groupes et neuf qui différaient, soit 22 images de chaque type. Suite à cette sélection, des analyses séparées ont été effectuées pour la *valence* et l'*arousal* afin de s'assurer que l'évaluation effectuée par les groupes ne différait pas. Les données ont été analysées en ANOVA avec la Condition émotionnelle (déplaisante, neutre, plaisante) comme facteur intra sujet et le Groupe (jeunes adultes vs âgés) comme facteur inter sujet.

## Résultats

À la suite, on retrouve les évaluations en *valence* et en *arousal* réalisées par les deux groupes lors de l'étude préliminaire sous forme de tableaux. Les analyses statistiques sur données d'*arousal* et de *valence* ne révèlent pas de différence significative entre les groupes.

## Références

- Beck, Aaron T., Steer, Robert A., & Brown, Gregory K. (1996). *Manual for the Beck Depression Inventory-II*. Tx: Psychological Corporation.
- Bradley, M. M., & Lang, P. J. (1994). Measuring Emotion - the Self-Assessment Mannequin and the Semantic Differential. *Journal of Behavior Therapy and Experimental Psychiatry*, 25(1), 49-59.
- Lang, P. J., Bradley, M.M., & Cuthbert, B.N. (2008). International affective picture System (IAPS): Affective ratings of pictures and instruction manual *Technical Report A-8*. Gainesville, FL: University of Florida.

## Liste des stimuli visuels évalués lors de l'étude préliminaire pour sélection

### *Images déplaisantes*

# du stimulus	Description	Attribution		Valence		Arousal	
		Jeunes adultes	Âgés	Jeunes adultes	Âgés	Jeunes adultes	Âgés
d1201	Araignée sur l'épaule	x	x	2,73 (1,46)	2,96 (1,97)	7,07 (1,46)	6,15 (2,13)
d1300	Chien enragé	x	x	2,20 (1,37)	1,59 (1,05)	7,57 (1,04)	7,41 (2,19)
d2751	Alcool au volant	x	x	2,70 (1,29)	1,59 (1,80)	6,57 (1,85)	7,33 (2,59)
d3010	Tête explosée	x	x	1,27 (0,64)	1,04 (0,20)	8,30 (0,99)	6,92 (2,84)
d3030	Tête fendue	x	x	1,50 (0,97)	1,35 (0,80)	7,77 (1,25)	7,08 (2,53)
d3100	Grand brûlé	x	x	1,37 (0,72)	1,37 (0,79)	8,00 (1,23)	6,74 (2,78)
d3170	Tumeur à l'œil d'un bébé	x	x	1,23 (0,57)	1,19 (0,79)	7,90 (1,88)	7,27 (2,46)
d3230	H. mourant avec respirateur	x		2,23 (0,94)	2,00 (1,77)	6,73 (1,34)	5,81 (2,84)
d5940	Coulée de lave		x	3,13 (1,50)	2,76 (1,99)	6,80 (1,47)	6,65 (2,33)
d6020	Chaise électrique	x	x	2,57 (1,22)	1,64 (1,29)	6,37 (1,75)	6,48 (2,65)
d6212	Soldat et enfant qui se sauve	x	x	1,77 (1,30)	1,77 (1,24)	7,47 (1,91)	7,08 (2,35)
d6230	Fusil braqué sur l'écran	x	x	2,23 (1,61)	1,42 (0,95)	7,43 (1,81)	7,31 (2,43)
d6300	Couteau	x	x	2,50 (1,43)	1,37 (0,88)	6,90 (1,60)	7,00 (2,60)
d6313	Attaque d'une F. pas un H.	x	x	1,57 (0,90)	1,04 (0,20)	8,03 (1,19)	7,46 (2,57)
d6370	Bandit masqué	x	x	2,53 (1,11)	1,56 (1,12)	6,47 (1,66)	7,31 (2,21)
d6940	Tank	x	x	2,73 (1,66)	1,74 (1,46)	7,17 (1,68)	7,11 (2,41)
d9040	Enfant en famine	x	x	1,37 (0,67)	1,50 (1,03)	8,00 (1,08)	7,04 (2,81)
d9090	Exhaust de voiture		x	3,50 (1,31)	2,15 (1,92)	5,40 (1,57)	6,48 (2,58)
d9102	Fix	x	x	2,83 (1,34)	2,54 (1,45)	6,73 (1,39)	6,44 (1,96)
d9140	Vache en décomposition	x	x	2,07 (0,94)	1,62 (0,90)	6,43 (1,63)	6,65 (2,43)
d9180	Phoque mutilé	x	x	2,50 (1,68)	2,15 (1,32)	6,37 (1,69)	6,54 (2,23)
d9280	Usine	x	x	2,57 (1,19)	2,08 (1,38)	5,97 (1,54)	6,20 (2,50)
d9560	Canard dans le pétrol	x	x	2,80 (1,56)	2,85 (2,54)	6,10 (2,20)	6,46 (2,39)
d9584	Examen dentaire	x		2,90 (1,24)	2,69 (1,32)	6,47 (1,50)	5,42 (2,37)

\*L'écart-type est présenté entre parenthèses.

*Images neutres*

# du stimulus	Description	Attribution		Valence		Arousal	
		Jeunes adultes	Âgés	Jeunes adultes	Âgés	Jeunes adultes	Âgés
n1935	Bernard l'Hermitte		x	4,30 (1,93)	5,23 (1,73)	5,73 (1,39)	5,64 (1,35)
n2020	H. souriant	x		5,67 (1,69)	5,74 (1,93)	5,13 (1,61)	4,56 (2,14)
n2210	H. à la barbe	x	x	4,27 (1,17)	5,67 (1,18)	5,27 (1,62)	4,63 (1,42)
n2230	H. dans le noir	x	x	4,23 (1,14)	5,19 (1,04)	4,83 (1,37)	5,26 (1,10)
n2372	F. d'affaires	x	x	5,83 (1,32)	5,93 (1,54)	5,00 (1,49)	5,19 (1,44)
n2570	H. âgé	x	x	5,00 (0,79)	5,26 (1,72)	4,43 (1,19)	4,85 (1,17)
n6150	Prise de courant	x	x	5,57 (0,90)	5,22 (1,22)	4,50 (1,81)	4,56 (1,45)
n7000	Rouleau à pâte	x	x	5,33 (0,88)	5,70 (1,46)	4,17 (1,76)	4,44 (1,95)
n7010	Panier en osier	x	x	5,00 (0,69)	5,78 (1,22)	3,77 (1,61)	4,26 (1,32)
n7020	Fan	x	x	4,60 (0,81)	5,81 (1,30)	3,77 (1,87)	4,44 (1,19)
n7030	Fer à repasser	x	x	4,73 (0,58)	4,74 (1,40)	3,50 (1,63)	4,77 (1,48)
n7034	Marteau	x	x	4,93 (0,78)	5,48 (1,19)	4,00 (1,80)	5,35 (1,55)
n7050	Séchoir à cheveux	x	x	4,93 (0,52)	4,85 (1,06)	3,93 (1,74)	4,38 (1,39)
n7060	Poubelle	x	x	4,17 (0,99)	4,63 (1,47)	4,03 (1,52)	4,44 (1,42)
n7080	Fourchette	x	x	4,97 (0,49)	5,77 (0,91)	4,13 (1,59)	4,80 (1,23)
n7130	Camion	x	x	4,70 (0,70)	4,92 (1,96)	4,17 (1,64)	5,35 (1,74)
n7150	Parapluie	x	x	5,13 (1,17)	5,70 (1,10)	3,57 (1,70)	4,48 (1,58)
n7170	Ampoule allumée	x	x	5,03 (1,13)	4,88 (1,77)	4,73 (1,98)	4,77 (1,66)
n7180	Entrée de bar	x	x	5,37 (1,07)	4,85 (1,73)	4,37 (1,69)	4,85 (1,43)
n7190	Montre de poche	x	x	5,20 (0,71)	5,50 (1,30)	4,57 (1,55)	4,96 (1,51)
n7500	Immeuble	x	x	5,27 (1,01)	5,65 (1,72)	4,03 (1,67)	4,38 (1,86)
n7700	Dossiers de bureau		x	4,27 (1,17)	4,04 (1,70)	4,30 (1,95)	5,44 (1,74)
d9000n	Cimetière	x		3,47 (1,53)	4,15 (1,89)	5,17 (1,84)	4,25 (2,19)
d9190n	F.d'afrique fâchée	x	x	3,93 (1,28)	4,48 (1,53)	5,67 (1,32)	5,11 (1,85)

\*L'écart-type est présenté entre parenthèses.

*Images plaisantes*

# du stimulus	Description	Attribution		Valence		Arousal	
		Jeunes adultes	Âgés	Jeunes adultes	Âgés	Jeunes adultes	Âgés
p1440	Blanchon	x	x	7,47 (1,38)	7,96 (1,02)	5,40 (2,18)	4,81 (2,51)
p1610	Lapin	x	x	6,97 (1,56)	7,96 (1,18)	5,17 (2,09)	5,00 (2,43)
p1710	Trois chiots	x	x	7,80 (1,00)	8,00 (1,06)	6,13 (1,80)	5,42 (2,63)
p1920	Deux dauphins		x	7,53 (1,53)	8,12 (1,14)	6,00 (1,88)	5,81 (2,79)
p2030	Femme âgée	x	x	6,03 (1,19)	8,11 (1,09)	4,43 (1,79)	5,37 (2,94)
p2160	Papa et son bébé	x	x	6,93 (1,17)	8,30 (1,17)	5,23 (1,77)	4,67 (3,10)
p2260	Enfant dans les feuilles	x	x	6,83 (1,84)	8,46 (1,14)	4,90 (2,09)	4,37 (3,00)
p2340	H. jouant avec 2 enfants	x	x	7,27 (1,51)	8,04 (1,40)	5,90 (1,65)	5,85 (2,67)
p2360	Famille	x	x	7,47 (1,33)	8,37 (1,08)	4,67 (2,14)	4,19 (3,11)
p2530	Couple à vélo	x	x	7,37 (1,33)	8,00 (1,11)	5,10 (1,99)	5,41 (2,94)
p2540	Mère et son bébé	x	x	6,83 (1,62)	8,12 (1,24)	4,37 (2,04)	4,62 (2,79)
p4599	Couple habillé	x	x	7,17 (1,82)	7,96 (1,13)	6,03 (1,99)	5,85 (2,74)
p4626	Mariage	x	x	7,13 (2,18)	8,08 (1,52)	6,17 (1,78)	5,56 (3,02)
p4660	Couple qui s'embrasse	x	x	7,07 (2,21)	7,52 (1,60)	7,33 (1,47)	6,12 (2,60)
p4680	H. embrassant les seins d'une F.	x		6,63 (2,55)	7,31 (1,83)	7,60 (1,25)	6,33 (2,54)
p5200	Fleurs	x	x	6,67 (1,09)	8,52 (0,98)	3,40 (1,92)	4,11 (3,17)
p5551	Nuages	x	x	6,73 (1,48)	8,08 (1,57)	3,23 (2,19)	3,73 (2,92)
p5600	Montagnes enneigées	x	x	7,33 (1,24)	8,33 (1,00)	4,13 (2,37)	4,59 (2,94)
p7200	Brownies	x	x	7,17 (1,49)	7,30 (1,20)	5,97 (1,94)	5,26 (2,28)
p7230	Dinde de l'action de Grâce		x	6,80 (0,89)	8,26 (1,16)	5,43 (1,38)	6,15 (2,60)
p7260	Gâteau	x	x	7,07 (1,23)	7,73 (1,46)	5,50 (1,98)	5,24 (2,65)
p7280	Vin	x		6,43 (1,79)	8,19 (1,15)	4,77 (1,65)	5,41 (2,79)
p8190	Skieur		x	7,23 (1,83)	8,33 (1,49)	6,13 (1,94)	5,74 (3,16)
p8490	Montagnes russes	x	x	7,10 (1,81)	7,04 (1,81)	7,33 (1,12)	6,56 (2,10)
n7620p	Gens montant dans un avion	x		6,00 (1,46)	7,26 (1,53)	5,17 (2,17)	5,74 (2,58)

\*L'écart-type est présenté entre parenthèses.



## **ANNEXE II**

## Liste des stimuli visuels évalués suite à l'étude principale

### *Images déplaisantes*

# du stimulus	Description	Attribution		Valence		Arousal	
		Jeunes adultes	Âgés	Jeunes adultes	Âgés	Jeunes adultes	Âgés
d1201	Araignée sur l'épaule	x	x	3,56 (1,40)	3,82 (2,44)	6,04 (1,87)	6,68 (1,76)
d1300	Chien enragé	x	x	3,11 (1,31)	1,41 (0,85)	6,63 (1,39)	8,05 (1,68)
d2751	Alcool au volant	x	x	3,63 (2,13)	1,32 (0,65)	5,78 (2,01)	7,41 (1,50)
d3010	Tête explosée	x	x	1,74 (1,10)	1,32 (1,29)	7,63 (1,82)	8,09 (1,31)
d3030	Tête fendue	x	x	2,07 (1,17)	1,50 (0,86)	7,15 (1,68)	7,35 (2,28)
d3100	Grand brûlé	x	x	1,67 (1,04)	1,18 (0,59)	7,96 (1,51)	7,95 (2,10)
d3170	Tumeur à l'œil d'un bébé	x	x	1,44 (0,93)	1,27 (0,94)	7,85 (1,54)	8,18 (1,99)
d3230	H. mourant avec un respirateur		x	2,85 (1,08)	1,81 (1,08)	5,48 (1,85)	7,00 (2,54)
d5940	Coulée de lave	x		3,81 (1,47)	2,81 (2,52)	5,74 (1,58)	7,59 (2,20)
d6020	Chaise électrique	x	x	3,33 (1,59)	1,50 (1,06)	5,33 (2,20)	7,23 (2,14)
d6212	Soldat et enfant qui se sauve	x	x	2,30 (1,56)	2,09 (1,97)	7,07 (1,80)	7,55 (2,34)
d6230	Fusil braqué sur l'écran	x	x	3,37 (1,50)	1,32 (0,84)	6,59 (1,55)	7,68 (1,94)
d6300	Couteau	x	x	3,19 (1,36)	1,27 (0,70)	5,81 (1,94)	7,64 (2,11)
d6313	Attaque d'une F. pas un H.	x	x	2,04 (1,22)	1,64 (1,71)	7,07 (1,62)	7,95 (1,84)
d6370	Bandit masqué	x	x	3,59 (1,60)	1,55 (0,96)	5,81 (1,57)	7,57 (2,25)
d6940	Tank	x	x	3,70 (1,49)	1,23 (0,61)	5,35 (1,77)	7,48 (2,09)
d9040	Enfant en famine	x	x	1,64 (1,04)	1,27 (0,70)	7,27 (1,54)	8,14 (1,93)
d9090	Exhaust de voiture	x		3,88 (1,14)	2,27 (1,52)	4,15 (1,89)	5,68 (2,28)
d9102	Fix	x	x	2,70 (1,32)	2,95 (1,54)	6,67 (1,66)	6,60 (1,67)
d9140	Vache en décomposition	x	x	2,52 (1,09)	1,48 (0,75)	5,89 (1,65)	7,23 (1,80)
d9180	Phoque mutilé	x	x	3,22 (1,50)	2,45 (1,95)	5,74 (1,72)	6,27 (2,07)
d9280	Usine	x	x	3,22 (1,25)	2,45 (1,63)	5,15 (1,77)	6,55 (1,77)
d9560	Canard dans le pétrol	x	x	2,63 (1,47)	2,32 (2,01)	5,70 (2,00)	6,50 (2,44)
d9584	Examen dentaire		x	2,89 (1,25)	3,23 (1,95)	6,30 (1,96)	5,81 (1,86)

\*L'écart-type est présenté entre parenthèses.

*Images neutres*

# du stimulus	Description	Attribution		Valence		Arousal	
		Jeunes adultes	Âgés	Jeunes adultes	Âgés	Jeunes adultes	Âgés
n1935	Bernard l'Hermitte		x	3,56 (1,40)	5,40 (2,41)	6,04 (1,87)	4,86 (2,21)
n2020	H. souriant	x		3,11 (1,31)	5,95 (1,96)	6,63 (1,39)	4,50 (1,67)
n2210	H. à la barbe	x	x	3,63 (2,13)	5,55 (1,37)	5,78 (2,01)	3,86 (1,88)
n2230	H. dans le noir	x	x	1,74 (1,10)	4,95 (1,68)	7,63 (1,82)	4,24 (2,10)
n2372	F. d'affaires	x	x	2,07 (1,17)	5,55 (1,57)	7,15 (1,68)	3,90 (1,67)
n2570	H. âgé	x	x	1,67 (1,04)	4,73 (1,80)	7,96 (1,51)	4,05 (1,86)
n6150	Prise de courant	x	x	1,44 (0,93)	5,14 (1,13)	7,85 (1,54)	2,95 (2,06)
n7000	Rouleau à pâte	x	x	2,85 (1,08)	5,73 (1,58)	5,48 (1,85)	3,45 (2,04)
n7010	Panier en osier	x	x	3,81 (1,47)	5,59 (1,68)	5,74 (1,58)	2,73 (1,78)
n7020	Fan	x	x	3,33 (1,59)	5,50 (1,79)	5,33 (2,20)	3,50 (2,39)
n7030	Fer à repasser	x	x	2,30 (1,56)	4,95 (1,68)	7,07 (1,80)	3,73 (2,39)
n7034	Marteau	x	x	3,37 (1,50)	5,36 (1,59)	6,59 (1,55)	4,23 (2,22)
n7050	Séchoir à cheveux	x	x	3,19 (1,36)	4,90 (1,48)	5,81 (1,94)	3,05 (2,36)
n7060	Poubelle	x	x	2,04 (1,22)	4,57 (1,54)	7,07 (1,62)	3,67 (2,06)
n7080	Fourchette	x	x	3,59 (1,60)	5,77 (1,45)	5,81 (1,57)	2,95 (2,10)
n7130	Camion	x	x	3,70 (1,49)	5,33 (1,53)	5,35 (1,77)	4,36 (1,97)
n7150	Parapluie	x	x	1,64 (1,04)	5,55 (1,44)	7,27 (1,54)	3,77 (1,74)
n7170	Ampoule allumée	x	x	3,88 (1,14)	4,95 (1,79)	4,15 (1,89)	4,45 (1,95)
n7180	Entrée de bar	x	x	2,70 (1,32)	5,10 (2,47)	6,67 (1,66)	4,05 (2,21)
n7190	Montre de poche	x	x	2,52 (1,09)	5,82 (1,18)	5,89 (1,65)	3,50 (2,24)
n7500	Immeuble	x	x	3,22 (1,50)	5,23 (1,31)	5,74 (1,72)	3,95 (1,91)
n7700	Dossiers de bureau		x	3,22 (1,25)	4,38 (1,56)	5,15 (1,77)	4,76 (1,92)
d9000n	Cimetière	x		2,63 (1,47)	4,09 (1,80)	5,70 (2,00)	3,82 (2,42)
d9190n	F.d'afrique fâchée	x	x	2,89 (1,25)	4,14 (1,62)	6,30 (1,96)	5,41 (1,87)

\*L'écart-type est présenté entre parenthèses.

*Images plaisantes*

# du stimulus	Description	Attribution		Valence		Arousal	
		Jeunes adultes	Âgés	Jeunes adultes	Âgés	Jeunes adultes	Âgés
p1440	Blanchon	x	x	7,23 (1,42)	8,20 (1,28)	4,67 (2,20)	3,81 (2,54)
p1610	Lapin	x	x	6,62 (1,36)	7,73 (1,32)	4,59 (1,72)	3,85 (2,35)
p1710	Trois chiots	x	x	7,92 (0,80)	7,91 (1,11)	5,27 (1,87)	4,18 (2,20)
p1920	Deux dauphins		x	7,30 (0,99)	8,23 (0,87)	5,35 (1,70)	4,27 (2,10)
p2030	Femme âgée	x	x	6,59 (1,12)	7,95 (1,50)	4,89 (1,89)	5,23 (2,54)
p2160	Papa et son bébé	x	x	6,30 (1,20)	8,14 (1,04)	4,78 (1,72)	4,23 (2,51)
p2260	Enfant dans les feuilles	x	x	6,59 (1,50)	8,23 (1,15)	4,11 (1,69)	4,70 (2,45)
p2340	H. jouant avec 2 enfants	x	x	6,81 (1,80)	8,48 (0,81)	5,11 (1,45)	6,10 (3,02)
p2360	Famille	x	x	6,81 (1,36)	8,27 (0,98)	4,50 (2,23)	3,95 (2,68)
p2530	Couple à vélo	x	x	7,22 (0,97)	8,23 (0,92)	4,74 (1,51)	4,77 (2,65)
p2540	Mère et son bébé	x	x	6,93 (0,92)	8,32 (0,89)	3,78 (2,10)	4,14 (2,66)
p4599	Couple habillé	x	x	7,04 (1,66)	7,73 (1,32)	5,93 (1,57)	5,50 (2,43)
p4626	Mariage	x	x	7,04 (1,19)	7,73 (1,55)	5,07 (2,04)	4,95 (2,32)
p4660	Couple qui s'embrasse	x	x	7,26 (1,23)	7,55 (1,68)	6,48 (1,55)	6,50 (2,30)
p4680	H. embrassant les seins d'une F.	x		7,22 (1,58)	7,29 (1,87)	6,69 (1,54)	6,73 (2,10)
p5200	Fleurs	x	x	6,15 (1,19)	8,29 (1,10)	3,19 (1,90)	3,14 (2,53)
p5551	Nuages	x	x	6,74 (1,13)	8,19 (1,21)	2,52 (1,67)	2,62 (1,91)
p5600	Montagnes enneigées	x	x	7,07 (1,21)	8,24 (1,09)	4,19 (2,18)	3,41 (2,42)
p7200	Brownies	x	x	7,15 (1,29)	7,50 (1,22)	5,33 (2,13)	5,33 (2,15)
p7230	Dinde de l'action de Grâce		x	6,77 (1,24)	8,36 (0,90)	5,19 (1,71)	5,05 (2,65)
p7260	Gâteau	x	x	6,52 (1,09)	8,00 (1,18)	4,63 (1,82)	5,27 (2,07)
p7280	Vin	x		6,70 (1,51)	7,57 (1,66)	5,26 (1,77)	4,32 (2,42)
p8190	Skieur		x	7,22 (1,09)	7,55 (1,90)	4,78 (2,19)	5,38 (2,38)
p8490	Montagnes russes	x	x	6,63 (1,52)	6,91 (2,00)	6,15 (1,85)	7,43 (1,54)
n7620p	Gens montant dans un avion	x		6,33 (1,14)	7,41 (1,89)	4,85 (1,90)	6,59 (2,13)

\*L'écart-type est présenté entre parenthèses.

## **ANNEXE III**

## Critères de sélection des participants

Critères d'inclusion :

- Être âgé de :
  - Groupe de Jeunes adultes : 18 à 30 ans;
  - Groupe d'Âgés : 55 à 70 ans.
- Être en bonne santé physique et psychologique;
- Avoir une audition normale telle que confirmée par un test audiométrique (seuils auditifs < 45 dB HL (niveau clinique : perte auditive légère) pour toutes les fréquences entre 250 Hz et 4 kHz pour au moins une oreille;
- Être Québécois francophone (langue maternelle française)\*.

\*Ce critère est justifié par les effets culturels possibles. Nous avons préalablement validé les images utilisées pour leur *valence* et leur *arousal* (activation) chez une population jeune et âgée de Québécois francophones.

Critères d'exclusion :

- Prise de médicaments ayant un impact sur le système nerveux central;
- Problèmes visuels non corrigés;
- Problèmes psychologiques/psychiatriques/neurologiques rapportés (troubles de l'humeur, dépression, anxiété, bipolarité, schizophrénie, etc.).

## **ANNEXE IV**

## FORMULAIRE D'INFORMATION ET DE CONSENTEMENT

<b>Titre du projet de recherche :</b>	Modulation du réflexe acoustique de sursaut par les émotions.
<b>Chercheur responsable du projet de recherche :</b>	Sylvie Hébert, Ph.D. Laboratoire international de recherche sur le cerveau, la musique et le son (BRAMS).
<b>Membre de l'équipe de recherche :</b>	Jolyanne Le Duc, étudiante à la maîtrise.
<b>Organisme subventionnaire :</b>	Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada (CRSNG).

### Préambule

Nous vous invitons à participer à un projet de recherche qui est réalisé dans le cadre des études de maîtrise de Jolyanne Le Duc sous la supervision de Sylvie Hébert. Avant d'accepter de participer à ce projet et de signer ce formulaire d'information et de consentement, veuillez prendre le temps de lire, de comprendre et de considérer attentivement les renseignements qui suivent.

Ce formulaire peut contenir des mots que vous ne comprenez pas. Nous vous invitons à poser toutes les questions que vous jugerez utiles au chercheur responsable de ce projet ou à un membre de son personnel de recherche et à leur demander de vous expliquer tout mot ou renseignement qui n'est pas clair.

### Nature et objectifs du projet de recherche

Ce projet de recherche vise à mieux comprendre comment le réflexe acoustique de sursaut peut être modulé par les différentes émotions et s'il existe des différences entre les adultes jeunes et âgés. Pour la réalisation de ce projet de recherche, nous comptons recruter 30 participants, hommes et femmes, âgés de 18 à 30 ans et 30 participants, hommes et femmes, âgés de 55 à 70 ans.

### Déroulement du projet de recherche

Ce projet de recherche se déroulera au Centre de recherche BRAMS de l'Université de Montréal. La durée de votre participation à ce projet sera d'environ 1 heure 15 minutes.

Votre participation à cette étude consistera à visionner des images positives, négatives ou neutres, en écoutant une bande sonore qui présentera des sons de différentes intensités. Vos réflexes acoustiques seront mesurés à l'aide de deux électrodes auto-collantes placées sous votre œil gauche et une sur votre front.

Avant de faire cette tâche, nous allons mesurer votre audition à l'aide d'un audiogramme afin de nous assurer que vous n'avez pas de perte auditive. Nous vous ferons ensuite remplir un questionnaire portant sur le dépistage de dépression. Si nous dépistons une perte auditive, nous pourrions vous recommander à des établissements où vous pourrez consulter en audiologie pour un examen plus complet si vous le désirez. Il en va de même, si nous constatons un état dépressif. Dans l'un ou l'autre des cas, le suivi sera effectué par le chercheur responsable du projet de recherche.

### Avantages associés au projet de recherche

Vous ne retirerez aucun bénéfice personnel de votre participation à ce projet de recherche. Par



ailleurs, les résultats obtenus contribueront à l'avancement des connaissances scientifiques dans ce domaine. Les résultats de cette étude seront résumés sur le site du BRAMS lorsqu'ils seront disponibles : [www.brams.org](http://www.brams.org)

### **Inconvénients associés au projet de recherche**

La participation à ce projet de recherche pourrait vous occasionner un inconfort dû à la pose des électrodes placées sous votre œil gauche et sur votre front. De plus, certaines des images qui seront présentées pourraient être déplaisantes pour vous. Notez que ces images ont été utilisées par des centaines de laboratoires à travers le monde depuis les années 1980 et sont calibrées pour leur degré déplaisant, plaisant, ou neutre.

### **Participation volontaire et possibilité de retrait**

Votre participation à ce projet de recherche est volontaire. Vous êtes donc libre de refuser d'y participer. Vous pouvez également vous retirer de ce projet à n'importe quel moment, sans avoir à donner de raisons, en faisant connaître votre décision au chercheur responsable de ce projet ou à l'un des membres de son personnel de recherche.

Le chercheur responsable de ce projet, le Comité d'éthique de la recherche en santé de l'Université de Montréal ou par le Comité d'éthique de la recherche de l'IUGM ou par l'organisme subventionnaire peuvent mettre fin à votre participation, sans votre consentement, si vous ne respectez pas les consignes du projet de recherche ou s'il existe des raisons administratives d'abandonner le projet.

Si vous vous retirez ou êtes retiré du projet, l'information déjà obtenue dans le cadre de ce projet sera conservée aussi longtemps que nécessaire pour rencontrer les exigences réglementaires.

### **Confidentialité**

Durant votre participation à ce projet, le chercheur responsable de ce projet de recherche ainsi que les membres de son personnel de recherche recueilleront, dans un dossier de recherche, les renseignements vous concernant. Seuls les renseignements nécessaires pour répondre aux objectifs scientifiques de ce projet seront recueillis.

Ces renseignements peuvent comprendre les informations concernant votre état de santé passé et présent, vos habitudes de vie ainsi que les résultats de tous les tests, examens et procédures qui seront réalisés. Votre dossier peut aussi comprendre d'autres renseignements tels que votre nom, votre sexe et votre date de naissance.

Tous les renseignements recueillis demeureront confidentiels dans les limites prévues par la loi. Afin de préserver votre identité et la confidentialité des renseignements, vous ne serez identifié que par un numéro de code. La clé du code reliant votre nom à votre dossier de recherche sera conservée par le chercheur responsable.

Le chercheur responsable du projet utilisera les données à des fins de recherche dans le but de répondre aux objectifs scientifiques du projet décrits dans le formulaire d'information et de consentement.

Les données de recherche pourront être publiées dans des revues spécialisées ou faire l'objet de discussions scientifiques, mais il ne sera pas possible de vous identifier. Également, les données de recherche pourraient servir pour d'autres analyses de données reliées au projet ou pour l'élaboration de projets de recherches futurs. Par ailleurs, vos renseignements personnels, tels que votre nom ou vos coordonnées, seront conservés pendant 7 ans après la fin du projet par le

chercheur responsable et seront détruits par la suite.

À des fins de surveillance et de contrôle, votre dossier de recherche pourra être consulté par une personne mandatée par le Comité d'éthique de la recherche en santé de l'Université de Montréal ou par le Comité d'éthique de la recherche de l'IUGM ou par une personne mandatée par des organismes publics autorisés. Toutes ces personnes et ces organismes adhèrent à une politique de confidentialité.

En conformité avec la loi sur l'accès à l'information, vous avez le droit de consulter votre dossier de recherche pour vérifier les renseignements recueillis et les faire rectifier au besoin, et ce, aussi longtemps que le chercheur responsable de ce projet détient ces informations.

### **Financement du projet de recherche**

Le chercheur responsable de ce projet a reçu un financement de l'organisme subventionnaire pour mener à bien ce projet de recherche.

### **Compensation**

Vous recevrez un montant de 15 dollars en guise de compensation pour votre déplacement et votre participation au projet de recherche. Si vous vous retirez ou si vous êtes retiré du projet avant qu'il ne soit complété, vous recevrez un montant proportionnel à votre participation.

### **Indemnisation en cas de préjudice et droits du sujet de recherche**

En acceptant de participer à ce projet, vous ne renoncez à aucun de vos droits ni ne libérez le chercheur responsable de ce projet et l'organisme subventionnaire de leur responsabilité civile et professionnelle.

### **Identification des personnes-ressources**

Si vous avez des questions concernant le projet de recherche ou si vous éprouvez un problème que vous croyez relié à votre participation au projet de recherche, vous pouvez communiquer avec le chercheur responsable de ce projet de recherche, Sylvie Hébert, au numéro de téléphone suivant : (514) 343-6111, poste 2594 ou à l'adresse courriel suivante :

Pour toute question concernant vos droits en tant que sujet participant à ce projet de recherche ou si vous avez des plaintes ou des commentaires à formuler, vous pouvez communiquer avec l'ombudsman de l'Université de Montréal, au numéro de téléphone (514) 343-2100 ou à l'adresse courriel [ombudsman@umontreal.ca](mailto:ombudsman@umontreal.ca)

### **Surveillance des aspects éthiques du projet de recherche**

Le Comité d'éthique de la recherche de l'IUGM et le Comité d'éthique de la recherche en santé de l'Université de Montréal ont approuvé ce projet de recherche et en assurent le suivi. De plus, ils approuveront au préalable toute révision et toute modification apportée au formulaire d'information et de consentement et au protocole de recherche. Pour toute information, vous pouvez joindre :

- Le Comité d'éthique de la recherche de l'IUGM au (514) 340-2800, poste 3250 ou par courriel à l'adresse suivante:
- Le Comité d'éthique de la recherche en santé (CERES) par téléphone au (514) 343-6111, poste 2604 ou par courriel à l'adresse suivante: [ceres@umontreal.ca](mailto:ceres@umontreal.ca)

**Consentement**

**Titre du projet de recherche :** Modulation du réflexe acoustique de sursaut par les émotions.

**I. Consentement du sujet**

J'ai pris connaissance du formulaire d'information et de consentement. Je reconnais qu'on m'a expliqué le projet, qu'on a répondu à mes questions et qu'on m'a laissé le temps voulu pour prendre une décision.

Après réflexion, je consens à participer à ce projet de recherche aux conditions qui y sont énoncées.

---

Nom et signature du sujet de recherche

Date

**II. Signature de la personne qui a obtenu le consentement si différent du chercheur responsable du projet de recherche.**

J'ai expliqué au sujet de recherche les termes du présent formulaire d'information et de consentement et j'ai répondu aux questions qu'il m'a posées.

---

Nom et signature de la personne qui obtient le consentement

Date

**III. Signature et engagement du chercheur responsable de ce projet de recherche**

Je certifie qu'on a expliqué au sujet de recherche les termes du présent formulaire d'information et de consentement, que l'on a répondu aux questions que le sujet de recherche avait à cet égard et qu'on lui a clairement indiqué qu'il demeure libre de mettre un terme à sa participation, et ce, sans préjudice.

Je m'engage, avec l'équipe de recherche, à respecter ce qui a été convenu au formulaire d'information et de consentement et à en remettre une copie signée et datée au sujet de recherche.

---

Nom et signature du chercheur responsable de ce projet de recherche

Date

## **ANNEXE V**



Date:

année / mois / jour

Nom \_\_\_\_\_ Situation de famille \_\_\_\_\_  marié(e)  vivant maritalement  
 divorcé(e)  veuf(ve)  
 séparé(e)  célibataire  
 Âge \_\_\_\_\_ Sexe \_\_\_\_\_  M  F Profession \_\_\_\_\_ Niveau d'études \_\_\_\_\_

**Consigne:** Ce questionnaire comporte 21 groupes d'énoncés. Veuillez lire avec soin chacun de ces groupes puis, dans chaque groupe, choisissez l'énoncé qui décrit le mieux comment vous vous êtes senti(e) au cours des deux dernières semaines, incluant aujourd'hui. Encercliez alors le chiffre placé devant l'énoncé que vous avez choisi. Si, dans un groupe d'énoncés, vous en trouvez plusieurs qui semblent décrire également bien ce que vous ressentez, choisissez celui qui a le chiffre le plus élevé et encercliez ce chiffre. Assurez-vous bien de ne choisir qu'un seul énoncé dans chaque groupe, y compris le groupe n° 16 (modifications dans les habitudes de sommeil) et le groupe n° 18 (modifications de l'appétit).

<p><b>1 Tristesse</b></p> <p>0 Je ne me sens pas triste.</p> <p>1 Je me sens très souvent triste.</p> <p>2 Je suis tout le temps triste.</p> <p>3 Je suis si triste ou si malheureux(se), que ce n'est pas supportable.</p> <p><b>2 Pessimisme</b></p> <p>0 Je ne suis pas découragé(e) face à mon avenir.</p> <p>1 Je me sens plus découragé(e) qu'avant face à mon avenir.</p> <p>2 Je ne m'attends pas à ce que les choses s'arrangent pour moi.</p> <p>3 J'ai le sentiment que mon avenir est sans espoir et qu'il ne peut qu'empirer.</p> <p><b>3 Échecs dans le passé</b></p> <p>0 Je n'ai pas le sentiment d'avoir échoué dans la vie, d'être un(e) raté(e).</p> <p>1 J'ai échoué plus souvent que je n'aurais dû.</p> <p>2 Quand je pense à mon passé, je constate un grand nombre d'échecs.</p> <p>3 J'ai le sentiment d'avoir complètement raté ma vie.</p> <p><b>4 Perte de plaisir</b></p> <p>0 J'éprouve toujours autant de plaisir qu'avant aux choses qui me plaisent.</p> <p>1 Je n'éprouve pas autant de plaisir aux choses qu'avant.</p> <p>2 J'éprouve très peu de plaisir aux choses qui me plaisaient habituellement.</p> <p>3 Je n'éprouve aucun plaisir aux choses qui me plaisaient habituellement.</p>	<p><b>5 Sentiments de culpabilité</b></p> <p>0 Je ne me sens pas particulièrement coupable.</p> <p>1 Je me sens coupable pour bien des choses que j'ai faites ou que j'aurais dû faire.</p> <p>2 Je me sens coupable la plupart du temps.</p> <p>3 Je me sens tout le temps coupable.</p> <p><b>6 Sentiment d'être puni(e)</b></p> <p>0 Je n'ai pas le sentiment d'être puni(e).</p> <p>1 Je sens que je pourrais être puni(e).</p> <p>2 Je m'attends à être puni(e).</p> <p>3 J'ai le sentiment d'être puni(e).</p> <p><b>7 Sentiments négatifs envers soi-même</b></p> <p>0 Mes sentiments envers moi-même n'ont pas changé.</p> <p>1 J'ai perdu confiance en moi.</p> <p>2 Je suis déçu(e) par moi-même.</p> <p>3 Je ne m'aime pas du tout.</p> <p><b>8 Attitude critique envers soi</b></p> <p>0 Je ne me blâme pas ou ne me critique pas plus que d'habitude.</p> <p>1 Je suis plus critique envers moi-même que je ne l'étais.</p> <p>2 Je me reproche tous mes défauts.</p> <p>3 Je me reproche tous les malheurs qui arrivent.</p> <p><b>9 Pensées ou désirs de suicide</b></p> <p>0 Je ne pense pas du tout à me suicider.</p> <p>1 Il m'arrive de penser à me suicider, mais je ne le ferais pas.</p> <p>2 J'aimerais me suicider.</p> <p>3 Je me suiciderais si l'occasion se présentait.</p>
---	--

Sous-total, page 1

Verso



A Harcourt Canada Assessment Company  
Toronto London San Antonio Sydney



Copyright © 1997 par Aaron T. Beck

Tous droits réservés. Toute reproduction ou transmission, même partielle, de cet ouvrage par quelque procédé que ce soit, électronique, mécanique ou autre, y compris la photocopie, les bandes magnétiques et les systèmes d'armagasinage et d'extraction de l'information, sans la permission écrite de l'éditeur, est interdite. Imprimé au Canada.

0-7747-5230-0

**10 Pleurs**

- 0 Je ne pleure pas plus qu'avant.
- 1 Je pleure plus qu'avant.
- 2 Je pleure pour la moindre petite chose.
- 3 Je voudrais pleurer mais je n'en suis pas capable.

**11 Agitation**

- 0 Je ne suis pas plus agité(e) ou plus tendu(e) que d'habitude.
- 1 Je me sens plus agité(e) ou plus tendu(e) que d'habitude.
- 2 Je suis si agité(e) ou tendu(e) que j'ai du mal à rester tranquille.
- 3 Je suis si agité(e) ou tendu(e) que je dois continuellement bouger ou faire quelque chose.

**12 Perte d'intérêt**

- 0 Je n'ai pas perdu d'intérêt pour les gens ou pour les activités.
- 1 Je m'intéresse moins qu'avant aux gens et aux choses.
- 2 Je ne m'intéresse presque plus aux gens et aux choses.
- 3 J'ai du mal à m'intéresser à quoi que ce soit.

**13 Indécision**

- 0 Je prends des décisions toujours aussi bien qu'avant.
- 1 Il m'est plus difficile que d'habitude de prendre des décisions.
- 2 J'ai beaucoup plus de mal qu'avant à prendre des décisions.
- 3 J'ai du mal à prendre n'importe quelle décision.

**14 Dévalorisation**

- 0 Je pense être quelqu'un de valable.
- 1 Je ne crois pas avoir autant de valeur ni être aussi utile qu'avant.
- 2 Je me sens moins valable que les autres.
- 3 Je sens que je ne vaudrais absolument rien.

**15 Perte d'énergie**

- 0 J'ai toujours autant d'énergie qu'avant.
- 1 J'ai moins d'énergie qu'avant.
- 2 Je n'ai pas assez d'énergie pour pouvoir faire grand-chose.
- 3 J'ai trop peu d'énergie pour faire quoi que ce soit.

**16 Modifications dans les habitudes de sommeil**

- 0 Mes habitudes de sommeil n'ont pas changé.
- 1a Je dors un peu plus que d'habitude.
- 1b Je dors un peu moins que d'habitude.
- 2a Je dors beaucoup plus que d'habitude.
- 2b Je dors beaucoup moins que d'habitude.
- 3a Je dors presque toute la journée.
- 3b Je me réveille une ou deux heures plus tôt et je suis incapable de me rendormir.

**17 Irritabilité**

- 0 Je ne suis pas plus irritable que d'habitude.
- 1 Je suis plus irritable que d'habitude.
- 2 Je suis beaucoup plus irritable que d'habitude.
- 3 Je suis constamment irritable.

**18 Modifications de l'appétit**

- 0 Mon appétit n'a pas changé.
- 1a J'ai un peu moins d'appétit que d'habitude.
- 1b J'ai un peu plus d'appétit que d'habitude.
- 2a J'ai beaucoup moins d'appétit que d'habitude.
- 2b J'ai beaucoup plus d'appétit que d'habitude.
- 3a Je n'ai pas d'appétit du tout.
- 3b J'ai constamment envie de manger.

**19 Difficulté à se concentrer**

- 0 Je parviens à me concentrer toujours aussi bien qu'avant.
- 1 Je ne parviens pas à me concentrer aussi bien que d'habitude.
- 2 J'ai du mal à me concentrer longtemps sur quoi que ce soit.
- 3 Je me trouve incapable de me concentrer sur quoi que ce soit.

**20 Fatigue**

- 0 Je ne suis pas plus fatigué(e) que d'habitude.
- 1 Je me fatigue plus facilement que d'habitude.
- 2 Je suis trop fatigué(e) pour faire un grand nombre de choses que je faisais avant.
- 3 Je suis trop fatigué(e) pour faire la plupart des choses que je faisais avant.

**21 Perte d'intérêt pour le sexe**

- 0 Je n'ai pas noté de changement récent dans mon intérêt pour le sexe.
- 1 Le sexe m'intéresse moins qu'avant.
- 2 Le sexe m'intéresse beaucoup moins maintenant.
- 3 J'ai perdu tout intérêt pour le sexe.

Note: Ce formulaire est imprimé en noir et bleu.  
Si ces deux couleurs n'apparaissent pas sur le présent exemplaire, c'est qu'il a été photocopié en violation des lois ayant trait aux droits d'auteur.

Sous-total, page 2

Sous-total, page 1

Score total

## **ANNEXE VI**

## ENTREVUE TÉLÉPHONIQUE

**Date:** .....

**Nom:** .....

**Téléphone:** .....

**Adresse:**

.....  
.....  
.....

**Date de naissance:** .....

**Sexe:**            Homme            Femme

**Niveau d'éducation:**

Primaire            Secondaire            Collégial            Universitaire            **Nb d'années:** .....

**Occupation:** .....

**Si travail**, quel genre d'horaire de travail?            Jour            Soir            Nuit



**Avez-vous des problèmes auditifs? Disposez-vous d'une aide auditive ou d'un masqueur?**

Non                      Oui                                      Non                                      Oui

**Spécifier:** .....                      **Spécifier:** .....

.....

.....

**Avez-vous présentement des problèmes médicaux pour lesquels vous ne prenez pas de médication (ex. cholestérol, haute pression non contrôlée...)?**

Non                      Oui                      Lesquels: .....

.....

**Avez-vous eu dans la dernière année des problèmes médicaux, psychiatriques ou neurologiques, arthrite, arthrose, douleurs chroniques, migraines, eczéma aux mains, troubles de l'humeur?**

Non                      Oui                      Lesquels: .....

.....

**Prenez-vous présentement des médicaments?**

Non                      Oui                      Lesquels: .....

.....

**Avez-vous des problèmes visuels ? Disposez-vous d'une correction ajustée (lunettes, verres de contact, etc.) ?**

Non                      Oui                      Lesquels: .....

.....

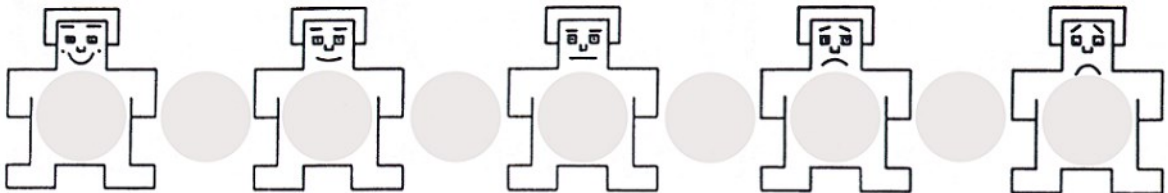
## **ANNEXE VII**

# Le « Self-Assessment Manikin » (SAM)

(Bradley & Lang, 1994)

## Échelle Plaisant/Déplaisant

Très plaisant ..... Très déplaisant



## Échelle Stimulant/Relaxant

Très stimulant ..... Très relaxant

