

Université du Québec en Outaouais

**Impact du vieillissement sur les stratégies perceptives utilisées en reconnaissance
d'expressions faciales d'émotion**

Essai doctoral
Présenté au
Département de psychoéducation et de psychologie

Comme exigence partielle du doctorat en psychologie,
Profil neuropsychologie clinique (D.Psy.)

Par
Youna Dion Marcoux

Janvier 2018

Composition du jury

Impact du vieillissement sur les stratégies perceptives utilisées en reconnaissance d'expressions faciales d'émotion

Par
Youna Dion Marcoux

Cet essai doctoral a été évalué par un jury composé des personnes suivantes :

Caroline Blais, Ph. D., directrice de recherche, Département de psychologie et de psychoéducation,
Université du Québec en Outaouais.
Guilhème Pérodeau, Ph.D., examinatrice interne et présidente du jury, Département de psychologie et de psychoéducation,
Université du Québec en Outaouais
Hélène Forget, Ph. D., examinatrice interne, Département de psychologie et de psychoéducation,
Université du Québec en Outaouais.
Martine Lagacé, Ph.D., examinatrice externe, Département de communication / École de psychologie
Université d'Ottawa

REMERCIEMENTS

Avant d'amorcer le contenu plus sérieux de mon essai doctoral, j'aimerais remercier les personnes qui m'ont permis de braver l'ensemble des étapes qu'engendre un parcours scolaire en neuropsychologie clinique. Bien entendu, il y a eu des dirigeants/fondateurs, des assistants, des évaluateurs, des joueurs et des supporteurs qui m'ont permis d'atteindre la ligne d'arrivée. Ce parcours pouvant donner l'impression d'être un sans-faute n'a pas été sans embuches. Cette équipe a ainsi été essentielle afin de surmonter ces dernières et je leur serais éternellement reconnaissante.

Les dirigeants/fondateurs sont les personnes qui ont décidé de croire en moi et qui m'ont donné la chance de mettre à profit et de développer mes habiletés. Ces personnes sont mes directeurs d'essai doctoral Caroline Blais, Daniel Fiset et Hélène Forget. Merci à Caroline pour tout le support que tu m'as apporté, pour ta patiente, ta rigueur et surtout pour ton partage de connaissances infinies qui ont grandement facilité la progression de mon essai. Merci à Daniel pour ta vision d'ensemble et tes idées débordantes, mais surtout d'avoir tout fait pour que je sois toujours au maximum de ma motivation malgré les aléas de la recherche. Merci à Hélène d'avoir eu confiance en mes capacités dès le baccalauréat, de m'avoir toujours supporté et encouragé à m'impliquer dans le monde de la recherche/universitaire. Merci à vous tous d'être des professionnels passionnés et inspirants, et de m'avoir inclus dans vos laboratoires de recherche.

Les assistants sont les personnes qui m'ont permis d'alléger mes tâches après avoir recommencé à trois reprises la collecte de données suite à des problèmes techniques. Merci à Arienne Goulet et Alicia Roy-Binette qui ont été d'un grand support afin de travailler à la

collecte des données auprès de nos participants. Elles ont montré une grande rigueur et une patience qui ont favorisé un déroulement efficient.

Les évaluateurs correspondent aux personnes qui ont donné de leur temps et des rétroactions afin d'optimiser cet essai doctoral. Merci à Caroline Blais, Hélène Forget, Guilhème Pérodeau et Martine Lagacé. Un grand merci également au Conseil de Recherche en Sciences Humaines (CRSH), ainsi qu'au Fonds de Recherche Québécoise; Nature et Technologie (FQRNT) qui ont cru en ce projet et qui ont fourni un appui financier pour sa réalisation.

Les joueurs sont tous les participants qui ont accepté de réaliser toutes les tâches de cet essai. Ces personnes ont eu la patience et la candeur de permettre l'avancement des connaissances en neurosciences cognitive. Merci également aux institutions qui ont accepté de promouvoir mon projet de recherche et qui ont facilité le recrutement des participants : l'Université du Québec en Outaouais, la cabane à Boiron et les Résidences Cité-Jardin.

Les supporteurs sont les individus qui m'ont toléré à l'extérieur du cadre scolaire et qui ont été victime des aspects les plus sombres associés à ce processus. Merci à ma famille et mes amis qui sont restés présents à mes côtés en adoptant une attitude empathique et chaleureuse. Merci à mes parents de m'aimer de manière inconditionnelle et d'avoir toujours encouragé mes projets, peu importe leur ampleur ou leur retombé. Merci à mes amis qui sont restés fidèles malgré mes absences de la sphère sociale et qui m'ont permis de vivre des moments inoubliables. Et surtout, merci à mon partenaire de vie, mon meilleur ami et mon pilier, Alexis, pour tout ton amour, ton support, les longues heures où tu as étudié les bases de la neuropsychologie avec moi et tes sermons pour me remonter le moral dans les moments de découragement. Sans chacun d'entre vous, je ne sais comment j'aurais traversé ces épreuves.

À mes parents, ami(e)s et
collègues qui ont été présents de près ou de loin
dans la réalisation de ce doctorat,
je vous remercie de tout cœur.

RÉSUMÉ

Reconnaître correctement les expressions faciales est important pour la qualité des interactions sociales. Plusieurs études suggèrent que cette capacité se détériore lors du vieillissement normal ce qui peut entraîner des répercussions dans la vie quotidienne des personnes âgées (c'est-à-dire mauvaise interprétation de la communication non verbale). Plus précisément, avec l'âge surviendrait une diminution relativement linéaire de la capacité à identifier les expressions faciales de la peur, la colère et la tristesse. La raison de ce déclin demeure toutefois mal comprise et plusieurs changements observés lors du vieillissement normal pourraient en être la cause. Par ailleurs, à notre connaissance, il existe peu d'études qui se sont penchées sur les possibles changements, lors du vieillissement normal, des stratégies d'extraction de l'information visuelle lors de tâche impliquant la reconnaissance d'expressions faciales d'émotion. L'un des objectifs du présent essai est de vérifier cette possibilité en utilisant des mesures de performances fines (seuil de sensibilité), des mesures où les mouvements oculaires étaient enregistrés ainsi qu'une méthode psychophysique permettant de faire le lien direct entre la performance et l'information visuelle du stimulus distal. De plus, puisque la majorité des études précédentes employait uniquement des stimuli de visages jeunes et que ces stimuli pourraient avoir avantage les participants jeunes au détriment des participants âgés, nous allons également présenter des visages âgés à nos participants. Ainsi, la présente étude permettra de vérifier si le déclin observé dans la reconnaissance des expressions d'émotions faciales chez les personnes âgées puisse être le résultat de modification des stratégies visuelles et/ou d'une baisse de performances liée à l'utilisation de stimuli appartenant à un groupe distinct en termes d'âge.

Afin de mieux comprendre les difficultés observées en reconnaissance d'expressions faciales chez les personnes âgées, nous avons demandé à des personnes âgées de plus de 65 ans ($N = 31$) et des contrôles jeunes adultes ($N = 31$) d'effectuer des tâches évaluant la performance en reconnaissance d'expressions des émotions faciales, les mouvements oculaires ainsi que les stratégies perceptives en identification d'expressions faciales de base. Les résultats montrent que lors de la présentation des stimuli à leur apex, les personnes âgées ont un taux de bonnes réponses plus faible que les jeunes adultes pour l'émotion de peur, de dégoût et de neutralité, et ils ont besoin d'une plus grande quantité d'information visuelle pour identifier les émotions de peur, de dégoût et de joie. Par contre, lors de la présentation de stimuli mixtes (c'est-à-dire composés de proportions variées de deux émotions), les personnes âgées présentent un taux de bonnes réponses inférieures aux jeunes adultes pour l'émotion de colère. Par ailleurs, avec les stimuli mixtes, les personnes âgées ont un seuil de sensibilité plus faible que les jeunes adultes pour l'émotion de joie et de dégoût, et ont un seuil de sensibilité plus élevé pour l'émotion de colère. Les performances ne sont pas améliorées par l'utilisation de stimuli âgés dans l'ensemble des méthodes utilisées. Au plan des stratégies perceptives, les personnes âgées tendent à avoir un nombre ainsi qu'une durée de fixation plus élevée que les jeunes adultes. Une supériorité de fixations est également observée sur la région de la bouche pour les participants âgés. Bien qu'aucune différence ne soit observée entre les informations visuelles utilisées (c'est-à-dire régions faciales et fréquences spatiales utilisées) lors du traitement des expressions faciales entre les deux groupes d'âge, l'habileté à reconnaître les émotions dans le faciès chez les participants âgés, seulement, semble moduler les informations visuelles utilisées lors du traitement des expressions faciales. En somme, une variabilité des performances est objectivée en fonction de la mesure expérimentale et, elle influence les stratégies de traitement des informations visuelles.

Mots-clés : Vieillesse, Reconnaissance d'expressions faciales, Stratégies de traitement de l'information visuelle, Émotions.

TABLE DES MATIÈRES

RÉSUMÉ	vi
LISTE DES TABLEAUX	x
LISTE DES FIGURES	xi
LISTE DES ABRÉVIATIONS, SIGLES ET ACRONYMES	xii
LISTE DES SYMBOLES ET DES UNITÉS	xiii

CHAPITRE I

CADRE DE RECHERCHE	14
1.1 Sommaire de l'essai doctoral	14
1.2 Les expressions faciales comme canaux de transmission des émotions	14
1.3 Les personnes âgées et la reconnaissance des expressions faciales	15
1.3.1 L'impact de l'âge des stimuli dans le traitement des expressions faciales	16
1.4 Explication des changements de performance en reconnaissance d'expressions faciales lors du vieillissement	19
1.4.1 Théorie de la sélectivité socioémotionnelle.....	20
1.4.2 Théorie des changements neurophysiologiques.....	21
1.4.3 Stratégies d'extraction des informations visuelles.....	26
1.5 Objectifs de recherche	34
1.5.1 Performances.....	34
1.5.2 Stratégies visuelles.....	35

CHAPITRE II

MÉTHODOLOGIE	36
2.1 Participants	36
2.2 Matériel	37
2.2.1 Questionnaires.....	37
2.2.2 Mesures expérimentales.....	41
2.3 Procédures	46

CHAPITRE III

RÉSULTATS	50
3.1 Caractéristiques des participants	50
3.2 Performances en reconnaissance des expressions faciales des émotions	51
3.2.1 Tâche de poursuite des mouvements oculaires	52
3.2.2 Tâche du Mégamixte d'expressions faciales	55
3.2.3 Tâche des Bulles	62
3.3 Stratégies perceptives	64
3.3.1 Tâche de poursuite des mouvements oculaires	64
3.3.2 Tâche des Bulles	74

CHAPITRE IV

DISCUSSION	79
4.1 Retour sur les objectifs	79
4.2 Retour sur les résultats	80
4.3 Intégration des résultats dans la documentation scientifique	82
4.3.1 Objectif 1 : Déclin de la reconnaissance des expressions faciales chez la personne âgée ?	82
4.3.2 Objectif 2 : Vérifier les stratégies perceptives utilisées lors du traitement des expressions faciales.....	87
4.4 Variabilité dans le groupe âgé et stratégies perceptives ?	91
4.5 Vieillesse, émotions et variation de la diminution des performances : quelle est la relation?	95
4.5.1. Dysfonctionnement neurochimique	95
4.5.2. Régulation des émotions	98
4.6. Retour sur les théories explicatives	100
4.7. Limites de la présente étude et pistes futures	102

CHAPITRE V

CONCLUSION	107
RÉFÉRENCES	109
Annexe A	123
Annexe B	132
Annexe C	134

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. <i>Statistiques démographiques</i>	51
Tableau 2. <i>Taux de bonnes réponses des jeunes adultes et des personnes âgées par émotion et âge du visage durant la tâche de catégorisation d'expressions faciales où les mouvements oculaires étaient enregistrés</i>	55
Tableau 3. <i>Taux de bonnes réponses des jeunes adultes et des personnes âgées par émotion et âge du visage durant la tâche du Mégamixte d'expressions faciales</i>	58
Tableau 4. <i>Seuils de sensibilité en pourcentage des jeunes adultes et des personnes âgées par émotion et âge du visage durant la tâche du Mégamixte d'expressions faciales</i>	62
Tableau 5. <i>Nombre de bulles des jeunes adultes et des personnes âgées par émotion à l'expérience de bulles</i>	64
Tableau 6. <i>Nombre de fixations des jeunes adultes et des personnes âgées par âge du stimulus et par émotion, à l'expérience de poursuite des mouvements oculaires</i>	71
Tableau 7. <i>Durée de fixation des jeunes adultes et des personnes âgées à l'expérience de poursuite des mouvements oculaires pour chaque expression faciale</i>	73
Tableau 8. <i>Écart-type des moyennes de performance globale des jeunes adultes et des personnes âgées par tâche de performance</i>	77

LISTE DES FIGURES

Figure 1. Exemple de stimuli d'âge variés, allant du plus jeune (droite) au plus vieux (gauche), modalisés grâce au logiciel FaceGen.....	18
Figure 2. Représentation schématisée des diminutions de connectivité (rectangles sur les flèches) des régions cérébrales sollicitées lors du traitement des expressions faciales, chez les personnes âgées.....	24
Figure 3. Exemple de visage (a) présenté avec toutes les fréquences spatiales qu'il contient (b) présenté avec seulement les hautes fréquences spatiales et (c) présenté avec seulement les basses fréquences spatiales. Tirée de Wolfe et al. (2015).....	28
Figure 4. Démonstration de l'effet d'inversion lors de l'ajout de modifications horizontales et verticales.....	30
Figure 5. Démonstration du changement d'orientation des stimuli faciaux, selon la condition expérimentale.....	31
Figure 6. Exemple d'un stimulus âgé : a) Stimulus non modifié, b) Stimulus pour la tâche des bulles, c) Stimulus pour la tâche où les mouvements oculaires sont enregistrés, d) Stimulus pour la tâche du Mégamixte d'expressions faciales contenant 50% de peur et 50 % de tristesse.....	42
Figure 7. Exemple d'une combinaison de l'émotion de colère et de joie dans le Mégamixte d'expressions faciales	43
Figure 8. Étapes de la création d'un stimulus à l'aide de la méthode des bulles	45
Figure 9. Images de classification pour chaque bande de fréquences spatiales, chaque émotion et chaque âge de stimuli. Les régions colorées, $p < .05$: le rouge illustre l'information visuelle utilisée par les jeunes adultes, le vert illustre l'information visuelle utilisée par les personnes âgées et le jaune illustre l'information visuelle utilisée par les deux groupes d'âge	76
Figure 10. Images de classification pour chaque fréquence spatiale, chaque émotion et chaque âge de stimuli. Les régions colorées illustrent l'information visuelle utilisée par les participants habiles, mais peu utilisée par les participants peu habiles, $p < .05$: le rouge pour les jeunes adultes, le vert pour les personnes âgées et le jaune pour les deux groupes.....	78
Figure 11. Cube des émotions de Lövheim.....	97

LISTE DES ABRÉVIATIONS, SIGLES ET ACRONYMES

BDI-II	Inventaire de dépression de Beck (2e édition)
CPF	Cortex préfrontal
IASTA-Y	Inventaire d'anxiété situationnelle et de trait d'anxiété
ICs	Images de classification
IRMf	Imagerie par résonance magnétique fonctionnelle
MMSE	Mini Mental State Examination
UQO	Université du Québec en Outaouais

LISTE DES SYMBOLES ET DES UNITÉS

N	Échantillon
n	Nombre
M	Moyenne
E.T.	Écart-type
=	Égal
<	Plus petit que
X	Multiplié par
-	Moins
+	Plus
%	Pourcentage

CHAPITRE I

CADRE DE RECHERCHE

1.1 Sommaire de l'essai doctoral

Le présent essai vise à explorer l'impact du vieillissement sur la performance en reconnaissance des expressions faciales ainsi que le rôle des stratégies perceptives dans le déclin habituellement observé dans cette tâche. Cinq chapitres composent cet essai. Le premier chapitre contient les bases conceptuelles permettant de comprendre les objectifs de l'essai et de poser les hypothèses. Le deuxième chapitre présente la méthodologie de recherche alors que le troisième chapitre décrit les résultats obtenus. L'objectif du quatrième chapitre est de discuter des relations possibles entre les résultats obtenus et la littérature, de présenter certaines limites de l'étude ainsi que des pistes futures qu'il serait possible d'emprunter. Le cinquième chapitre conclut le présent essai doctoral.

1.2 Les expressions faciales comme canaux de transmission des émotions

Le visage est un stimulus transmettant de nombreuses informations importantes pour les interactions sociales. À titre d'exemple, les muscles faciaux, par leurs contractions, favorisent l'élaboration de constructions faciales qui sous-tendent des expressions faciales identifiables par la majorité des êtres humains (Ekman, 1992). Les expressions ainsi formées constituent un important vecteur de communication non verbale (Fischer, 2011). Ce processus, au centre des relations interpersonnelles, favorise des comportements adaptés aux contingences des situations

ainsi qu'aux personnes impliquées dans ces situations (Fischer, 2011; Nachson, 1995). Des capacités déficitaires dans ce domaine sont fréquemment associées à des problèmes d'ordre psychiatrique caractérisés par des difficultés à entrer en relation avec les autres (p. ex., la schizophrénie, Mier et al., 2014; l'autisme, Desaunay, Gunolé, Eustache, Baleyte, & Guillery-Girard, 2014).

Dans la littérature scientifique des 30 dernières années, la majorité des études sur la reconnaissance des expressions faciales ont été faites à partir de stimuli créés à partir de photos d'adultes âgés de 20 à 50 ans exprimant l'une des émotions de base, classiquement la peur, la joie, la tristesse, le dégoût, la colère et la surprise (Ekman & Friesen, 2003; voir toutefois Jack, Sun, Dellis, Garrod & Schyns, 2016 pour une différente classification). Cette catégorisation aurait pour base des configurations faciales distinctes, innées et partagées avec d'autres espèces (Purves et al., 2013). La différenciation entre les émotions de base s'établirait dès le début de la contraction de certains muscles faciaux permettant la formation des expressions faciales. Néanmoins, encore aujourd'hui, la majorité des protocoles expérimentaux sont élaborés à partir des six expressions faciales de base à l'apex (Borod, 2000; West et al., 2012). La prochaine section s'attardera aux différences de performance entre des participants caucasiens jeunes adultes et âgés lors de tâches de reconnaissance d'expressions.

1.3 Les personnes âgées et la reconnaissance des expressions faciales

De nombreuses études présentent des données suggérant que les personnes âgées performant différemment des jeunes adultes en reconnaissance des expressions faciales. En effet, lorsqu'évaluées avec des stimuli présentant de jeunes adultes, les personnes âgées reconnaissent

moins bien l'émotion de tristesse (Calder et al., 2003 ; Horning, Cornwell, & Davis, 2012 ; Sze, Goodkind, Gyurak, & Levenson, 2012 ; West et al., 2012), de peur (Calder et al., 2003 ; Circelli, Clark, & Cronin-Golomb, 2013 ; Horning et al., 2012 ; West et al., 2012) et de colère (West et al., 2012 ; Wong, Cronin-Golomb, & Nearing, 2005) alors qu'une amélioration est souvent notée avec le dégoût (Calder et al., 2003 ; Horning et al., 2012 ; Sze et al., 2012 ; West et al., 2012). Les faiblesses et forces présentées ci-haut ressortent dans une majorité d'études. Par contre, au moins une étude rapporte également une diminution de la reconnaissance de l'expression faciale de joie chez les personnes âgées (Horning et al., 2012).

Dans une étude ayant évalué la performance en reconnaissance des expressions faciales pour les âges allant de 20 ans à 80 ans (Calder et al., 2003), il a été montré que les changements de performance liée à l'âge pour la peur et le dégoût débuteraient dès l'âge de 30 ans, et atteindraient le seuil de la signification statistique vers l'âge de 60 ans. Par ailleurs, ce même seuil serait atteint entre 70 et 80 ans pour la colère et la tristesse (West et al., 2012). Il est toutefois à noter que toutes ces études ont utilisé des stimuli représentant de jeunes adultes ce qui ne permet pas de dissocier l'effet de l'autre âge (c'est-à-dire une meilleure performance observée lorsque l'observateur provient du même groupe d'âge que le visage exprimant l'expression faciale; le «own-age bias»; p.ex. Rhodes & Anastasi, 2012) d'un déficit de la reconnaissance d'expressions faciales lié à l'âge de l'observateur.

1.3.1 L'impact de l'âge des stimuli dans le traitement des expressions faciales

Basés sur l'hypothèse du contact de Allport (1954), certains auteurs ont montré qu'une fréquence plus élevée des contacts avec l'autre groupe d'âge (8 à 11 ans versus 19 à 30 ans)

permet de faire disparaître le biais de performance et de rapidité lors de la reconnaissance de visages (Harrison & Hole, 2009). Lors de l'étude de la reconnaissance des expressions faciales chez la personne âgée, Ebner et Jonhson (2009) ont montré que la fréquence de contacts avec les membres de son propre groupe d'appartenance pourrait être un facteur prédictif des difficultés à identifier les émotions d'un autre groupe d'âge (personnes âgées versus jeunes adultes). Cette possibilité ouvre la porte à l'idée que les personnes âgées pourraient avoir développé de nouvelles stratégies d'extraction des informations visuelles afin de reconnaître les expressions faciales de leurs pairs (c'est-à-dire d'autres personnes âgées) et ainsi mieux interagir avec ceux-ci (Ebner & Jonhson, 2009). Considérant les changements de groupe d'appartenance sociale, donc la diminution de la fréquence de contact avec de jeunes adultes, ainsi que les modifications morphofaciales engendrées par le vieillissement, il est possible que l'utilisation de stimuli appartenant au groupe de jeunes adultes module négativement les résultats obtenus chez la population âgée.

Hess, Adams Jr, Simard, Stevenson et Kleck (2012) se sont intéressés aux caractéristiques morphologiques qui pourraient être à l'origine de la baisse de performance en reconnaissance des expressions faciales d'émotion avec des stimuli âgés. Dans leur étude, ils ont utilisé une tâche de jugement d'intensité émotionnelle (c'est-à-dire joie, tristesse, colère et peur) à l'aide de stimuli jeunes et âgés modélisés grâce au logiciel FaceGen (voir Figure 1 pour un exemple). Afin d'éliminer l'effet de l'âge des participants, ils ont recruté uniquement de jeunes adultes. Puisque les expressions réellement véhiculées étaient jugées comme moins claires et que les expressions autres étaient plus saillantes dans les visages âgés, les auteurs ont proposé que les plis et rides des visages plus âgés reflètent les émotions fréquemment ressenties et ressembleraient donc à ces états affectifs. La baisse de performance avec l'âge serait donc en partie causée par l'intensité des

expressions liée aux changements morphologiques observés avec l'avancement en âge (Hess et al., 2012). Toutefois, cette démonstration reste à être répliquée avec de vrais stimuli faciaux (et non des images synthétisées par ordinateur). De plus, une analyse plus détaillée serait requise afin de mieux comprendre quelle région morphofaciale serait à l'origine d'une diminution de l'intensité émotionnelle chez les personnes âgées.

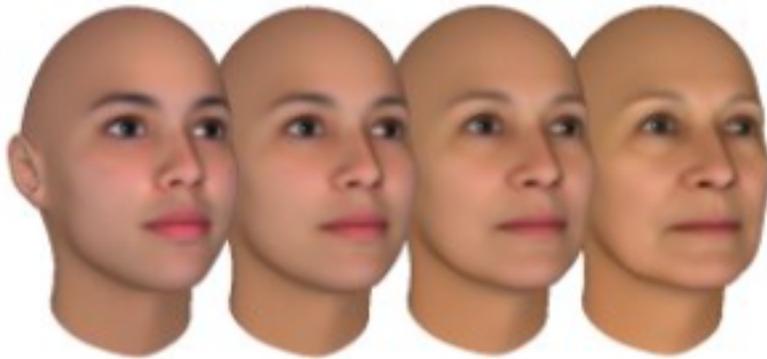


Figure 1. Exemple de stimuli d'âge variés, allant du plus jeune (droite) au plus vieux (gauche), modalisés grâce au logiciel FaceGen.

Bien que la performance des personnes âgées soit meilleure avec des stimuli provenant de leur groupe d'âge, les écrits scientifiques suggèrent tout de même que les participants âgés sont en moyenne moins bons que les jeunes adultes avec des stimuli de jeunes adultes (Ebner & Johnson, 2009 ; Riediger, Studtmann, Westphal, Rauters, & Weber, 2014). Lorsque l'on inclut les deux âges de stimuli dans les analyses, les personnes âgées tendent à obtenir des performances similaires aux jeunes adultes pour une expression faciale positive ainsi que la neutralité. Par contre, leurs performances se maintiennent significativement inférieures aux jeunes adultes avec la présentation d'expressions faciales à valence négative (Ebner & Johnson, 2009). Le déficit

observé chez les personnes âgées dans la reconnaissance des expressions faciales ne peut donc pas entièrement s'expliquer par un effet de l'âge des stimuli utilisés.

Dans l'optique de mieux comprendre les changements observés avec l'âge en reconnaissance des expressions faciales, nous proposons maintenant d'explorer les théories qui tentent de les expliquer.

1.4 Explication des changements de performance en reconnaissance d'expressions faciales lors du vieillissement

Plusieurs théories ont été proposées afin d'expliquer les changements d'habileté qui accompagnent le vieillissement normal lors de tâches de reconnaissance des expressions faciales. Selon Ruffman, Henry, Livingstone et Philips (2008), trois théories principales existent : la théorie de la sélectivité socioémotionnelle, la théorie du déclin cognitif et la théorie des changements neuropsychologiques. Puisque la théorie du déclin cognitif n'est que peu appuyée par les observations empiriques (Ruffman et al., 2008) et que ces prédictions sont souvent associées à la théorie neuropsychologique (c'est-à-dire les changements cognitifs observés avec l'avancement en âge sont souvent le résultat de modifications neurophysiologiques), nous avons préféré dans le cadre de cet essai doctoral nous concentrer uniquement sur les deux autres théories. Celles-ci seront discutées afin d'avoir une vision globale des explications entourant le déclin en reconnaissance de certaines expressions faciales.

1.4.1 Théorie de la sélectivité socioémotionnelle.

La théorie de la sélectivité socioémotionnelle stipule que le vieillissement s'accompagne d'une préférence pour les stimuli positifs, et ce, afin d'acquérir un bien-être psychologique (Carstensen & Löckenhoff, 2003; Carstensen et al., 2011; Reed & Carstensen, 2012). Ce biais est observé dans des tâches attentionnelles et mnésiques (Fischer, Nyberg, & Bäckman, 2010; Roalf, Pruis, Stevens, & Janowsky, 2011). Par exemple, les personnes âgées obtiennent un sentiment de familiarité plus élevée lors de la reconnaissance de stimuli (scènes, visages d'émotion et mots) positifs comparativement aux jeunes adultes (Spaniol, Voss, & Grandy, 2008). Ainsi, les personnes âgées tendent à avoir un meilleur stockage en mémoire des stimuli positifs ce qui soutient le caractère saillant des informations positives pour ce groupe d'âge. Dans le cadre des expressions faciales, cette tendance permettrait d'expliquer les difficultés observées avec certaines émotions négatives ainsi que la préservation de la reconnaissance des émotions positives (voir toutefois l'étude de Horning et al., 2012). Par exemple, Slessor, Miles, Bull et Philipps (2010) ont montré que les personnes âgées présentent un biais dans une tâche de jugement de l'authenticité d'un sourire. Plus spécifiquement, ils ont tendance à juger comme authentiques les stimuli souriants, que ceux-ci présentent des sourires vrais (sourire de Duchenne; Duchenne, 1990) ou faux (voir également Dion-Marcoux, Fiset, Daudelin-Pelletier, Deschênes, Blais, & Forget, 2013).

Par contre, les forces et faiblesses relatives des personnes âgées en reconnaissance d'expressions faciales sont très loin d'être systématiquement congruentes avec l'hypothèse de la sélectivité socioémotionnelle. À titre d'exemple, les émotions négatives ne sont pas toujours moins bien reconnues (Circelli et al., 2013) et l'identification de la joie n'est pas

systématiquement mieux réussie que celle des jeunes adultes et peut même être inférieure dans certains contextes expérimentaux (Horning et al., 2012). Enfin, l'expression faciale pour laquelle les âgés montrent plus fréquemment une meilleure performance que les jeunes adultes est le dégoût (Calder et al., 2003) qui, bien sûr, n'est pas une émotion positive. Bref, les appuis empiriques pour la théorie de la sélectivité socioémotionnelle dans le domaine de la reconnaissance des expressions faciales sont, au mieux, faibles.

1.4.2 Théorie des changements neurophysiologiques.

Plusieurs maladies psychiatriques sont accompagnées de déficits en reconnaissance d'expressions faciales d'émotion (Desaunay et al., 2014; Loughland, Williams, & Gordon, 2002; Mier et al., 2014). Un intérêt récent pour la perception des expressions faciales montre que ces mêmes maladies sont reliées à des stratégies perceptives atypiques (p. ex., la schizophrénie; Clark, Gosselin, & Goghari, 2013; Lee, Gosselin, Wynn, & Green, 2010; Loughland et al., 2002; Mier et al., 2014; l'autisme; Desaunay et al., 2014; Spezio, Adolphs, Hurley, & Piven, 2007a,b; Tanaka et al., 2012). À titre d'exemple, il a été démontré que les personnes atteintes du trouble du spectre autistique (TSA) utilisent des stratégies d'extraction des informations faciales différentes de celles de la population normale (Spezio et al., 2007b), associées à de plus faibles performances lors de la reconnaissance des expressions faciales à l'exception de la joie (Rump, Giovannelli, Minshew, & Strauss, 2009). Les personnes atteintes de TSA ont de plus des patrons de mouvements oculaires plus désorganisés (Pelphrey et al., 2002) et regardent moins la région des yeux (Tanaka et al., 2012). Chez les individus autistes, les changements dans les stratégies d'extraction des informations faciales ont également été associés à des altérations spécifiques au plan neurologique, soit des patrons de connexions atypiques entre différentes régions du cortex

préfrontal (CPF) et les régions sollicitées lors du traitement des informations émotionnelles (faible connexion avec l'amygdale, le sulcus temporal supérieur et entre les régions du cortex visuel et du gyrus fusiforme¹), ainsi que l'activation de connectivités non sollicitées chez la population contrôle lors du traitement des expressions faciales (CPF dorsolatéral et le gyrus fusiforme) (Wicker et al., 2008). De manière intéressante, le dysfonctionnement du circuit orbito-frontal-amygdale a été démontré comme étant une explication des difficultés d'autorégulation émotionnelle en contexte social, plus précisément lors de la reconnaissance des émotions chez une population TSA (Bachevalier & Loveland, 2006) et lors de la reconnaissance des expressions faciales chez des patients atteints de dépression majeure (Scheuerecker et al., 2010). Notons que le cortex orbito-frontal et l'amygdale sont particulièrement sollicités lors de la reconnaissance des expressions faciales (Murphy, Nimmo-Smith, & Lawrence, 2003; Ruffman et al., 2008)

Le vieillissement entraîne une réorganisation cérébrale et certains de ces changements pourraient expliquer les changements de patrons de performance en reconnaissance d'expressions faciales (Circelli et al., 2013 ; West et al., 2012). Plus spécifiquement, il semble que les régions frontales, particulièrement les régions orbito-frontales, seraient particulièrement affectées par l'avancement en âge (Mather, 2012). Allen, Bruss, Brown, et Damasio (2005) ont montré que le volume de la matière grise au niveau frontal commencerait à diminuer dès l'âge de 30 ans et un déclin plus prononcé serait observé après l'âge de 70 ans. Un lien pourrait être fait entre ces données et les résultats susmentionnés sur l'apparition des difficultés en reconnaissance des expressions faciales avec l'avancement en âge (voir Calder et al., 2003; West et al., 2012).

¹ Région impliquée dans le traitement des visages (Kanwisher, McDermott, & Chun, 1997)

Selon Ruffman et al. (2008), les trois régions du cerveau dont le volume diminue le plus lors du vieillissement (c'est-à-dire le cortex orbito-frontal, le cortex cingulaire antérieur et l'amygdale) sont aussi associées à la diminution de la perception du danger, des fixations vers la région des yeux et aux difficultés de reconnaissance de l'affect. La dégénérescence du CPF, plus précisément de la région orbito-frontale, ainsi que la réduction du nombre de neurones pyramidaux à cet endroit (Rajkowska, Miguel-Hidalgo, Dubey, Stockmeier, & Ranga Rama Krishnan, 2005) entraîneraient une baisse des connexions entre le cortex orbito-frontal et l'amygdale, causant ainsi une réduction des habiletés en reconnaissance d'expressions faciales (Ruffman et al., 2008), de façon similaire à ce qui a été observé dans la population présentant un TSA (voir Figure 2 pour une représentation imagée). Bien qu'une activation de l'amygdale soit observée dès la perception d'un stimulus émotionnel, le processus d'identification/reconnaissance sollicite un traitement cognitif de plus haut niveau dans le cortex (c'est-à-dire des régions frontales). En effet, lors du traitement des informations émotionnelles dans une population dite normale, l'activation du cortex orbito-frontal permet de traiter l'expression faciale afin de lui donner une signification au plan cognitif (ex. traitement cognitif = la colère vs. traitement émotionnel = attaque ou fuite) et ainsi venir moduler l'activation de l'amygdale (Bachevalier & Loveland, 2006).

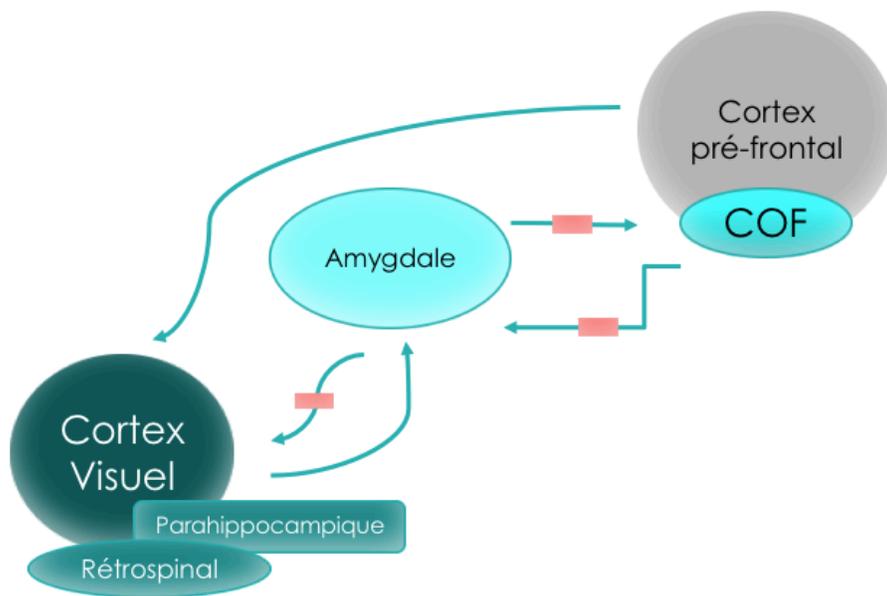


Figure 2. Représentation schématisée des diminutions de connectivité (rectangles sur les flèches) des régions cérébrales sollicitées lors du traitement des expressions faciales, chez les personnes âgées.

Fait d'autant plus intéressant, l'amygdale a un rôle majeur dans le biais de fixation vers la région des yeux lors du traitement de stimuli faciaux émotionnels (p.ex. Gamer & Büchel, 2009). De plus, des patrons de mouvements oculaires différents ont été observés chez les personnes âgées, soit davantage de fixations sur la région de la bouche, comparés aux jeunes adultes (Circelli et al., 2013; Sullivan, Ruffman, & Hutton, 2007; Wong et al., 2005). Ainsi, la diminution des connexions entre le CPF et l'amygdale pourrait expliquer le biais de fixations oculaires vers la région de la bouche observée lors du vieillissement. Ce phénomène est congruent avec l'importance relative de la région des yeux lors de la discrimination entre les émotions dites négatives (Smith, Cottrell, Gosselin, & Schyns, 2005) et permettrait d'expliquer les difficultés observées. Les données comportementales obtenues auprès d'une patiente adulte

(SM) dont les amygdales bilatérales sont atrophiées appuient cette suggestion. Dans une tâche de reconnaissance des expressions faciales, SM présente un déficit sévère pour la peur. Par contre, lorsque l'on demande explicitement à SM de regarder la région des yeux, ses performances se normalisent (Adolphs et al., 2005). Toutefois, chez les personnes âgées, une présentation seule de la région des yeux (c'est-à-dire obligation à traiter seulement les yeux) n'améliore pas significativement leur performance avec les émotions négatives (Sullivan et al., 2007). Ce maintien du déficit entraîne un questionnement sur la capacité des personnes âgées à extraire et/ou à utiliser l'information pertinente contenue dans les visages émotionnels et peut-être spécifiquement dans la région des yeux.

En plus des changements au niveau des fixations oculaires qui pourraient s'expliquer par des modifications au niveau neurologique, Chaby et Narmes (2009) notent la présence de changements perceptifs qui accompagneraient l'avancement en âge, changements qui pourraient en partie s'expliquer par les modifications au plan neurologique. Par exemple, des études suggèrent que l'amygdale influence les régions corticales postérieures lors du traitement de stimuli visuels émotionnels (St-Jacques, Dolcos, & Cabeza, 2010, Ritchey, Bessette-Symons, Hayes, & Cabeza, 2011; Vuilleumier, Armony, Driver, & Dolan, 2003). Alors que chez les jeunes adultes, certaines régions du cortex visuel présenteraient une activation supérieure en présence de stimuli émotionnels par rapport à des stimuli neutres, cette différence ne serait pas observée chez les participants âgés (Ritchey et al., 2011). Par ailleurs, une étude s'intéressant seulement à la peur a démontré une plus faible activation du gyrus fusiforme, région sollicitée dans le traitement

des visages (Kanwisher et al., 1997) et dans le traitement des hautes fréquences spatiales² (Vuilleumier et al., 2003), chez les personnes âgées (Wright, Wedig, Williams, Rauch, & Albert, 2006). Ces données appuient l'ajout de Chaby et Narme (2009) à la théorie neurophysiologique qui postule que les différences dans le traitement des expressions faciales sont liées à des changements cérébraux qui entraîneraient une diminution des connexions structurales bénéfiques au traitement perceptif, c'est-à-dire les régions cérébrales postérieures. Ainsi, des changements au niveau de l'analyse visuospatiale ainsi que des changements dans le traitement visuel de bas niveau pourraient être causés par les changements neurophysiologiques et avoir un impact sur la reconnaissance des expressions faciales. Il est donc possible que les difficultés observées lors de la reconnaissance des expressions faciales chez la personne âgée puissent être expliquées par une baisse des habiletés perceptives ou par un changement dans leur façon de fonctionner.

Dans cette optique, nous proposons d'explorer les stratégies d'extraction des informations visuelles qui pourraient être à la base des déficits observés en reconnaissance d'expressions faciales.

1.4.3 Stratégies d'extraction des informations visuelles.

La capacité à décoder différentes informations visuelles provenant de l'environnement permet à l'être humain de reconnaître rapidement des stimuli afin de pouvoir s'y adapter. Il devient, ainsi, en mesure de bien répondre aux exigences contextuelles. De façon classique, les

² Fréquences spatiales : Pour une image statique correspondant à un motif alternant entre du clair et du foncé de façon sinusoïdale, la fréquence spatiale est le nombre de cycles formés par unité de longueur.

chercheurs divisent le traitement perceptif en deux niveaux distincts, c'est-à-dire le traitement visuel de bas niveau et le traitement visuel de haut niveau³. Dans le cas du traitement des visages et de la reconnaissance des expressions faciales, les informations de bas niveau incluent par exemple les fréquences et les orientations spatiales alors que les mécanismes de haut niveau intègrent ces informations afin de donner un sens à l'information de bas niveau que les aires visuelles primaires ont extrait du monde extérieur (Wolfe, Kluender, & Levi, 2015).

1.4.3.1 Perception visuelle de bas niveau.

Le traitement perceptif de bas niveau correspond à l'extraction des informations visuelles les plus élémentaires (p.ex. la couleur, les orientations spatiales, les fréquences spatiales, le contraste, etc. : Wolfe et al., 2015). Dans l'optique de mettre en contexte les études abordées subséquemment, une définition des concepts est de mise. Le contraste réfère à la différence de luminance entre les patrons clairs/foncés (Wolfe et al., 2015). Ainsi, pour mesurer la sensibilité au contraste le niveau minimum (c'est-à-dire qui permet une détection de celui-ci dans un pourcentage prédéfini de fois) de différence de luminosité entre les intervalles clairs et foncés est calculé (*calculation efficiency*). Les fréquences spatiales correspondent aux nombres de fois qu'un patron clair/foncé se répète sur une distance définie sur la rétine (l'unité de distance habituelle étant 1 degré d'angle visuel; Wolfe et al., 2015). Les hautes fréquences spatiales (oscillations claires/foncées plus fréquentes par unité de distance) codent davantage les détails d'un stimulus visuel tandis que les basses fréquences spatiales (oscillations claires/foncées moins fréquentes par unité de distance) codent l'information plus grossière (voir Figure 3.). Sur un

³ Nous laisserons ici volontairement de côté le traitement visuel de moyen niveau car la littérature fait relativement peu de liens avec la littérature sur la reconnaissance des expressions faciales.

visage, les basses fréquences spatiales nous permettent de décoder les informations prenant davantage de place comme l'ouverture de la bouche ou des yeux tandis que les hautes fréquences spatiales favorisent la perception des détails fins (p. ex. variation de plis entourant les yeux lors d'un sourire authentique).

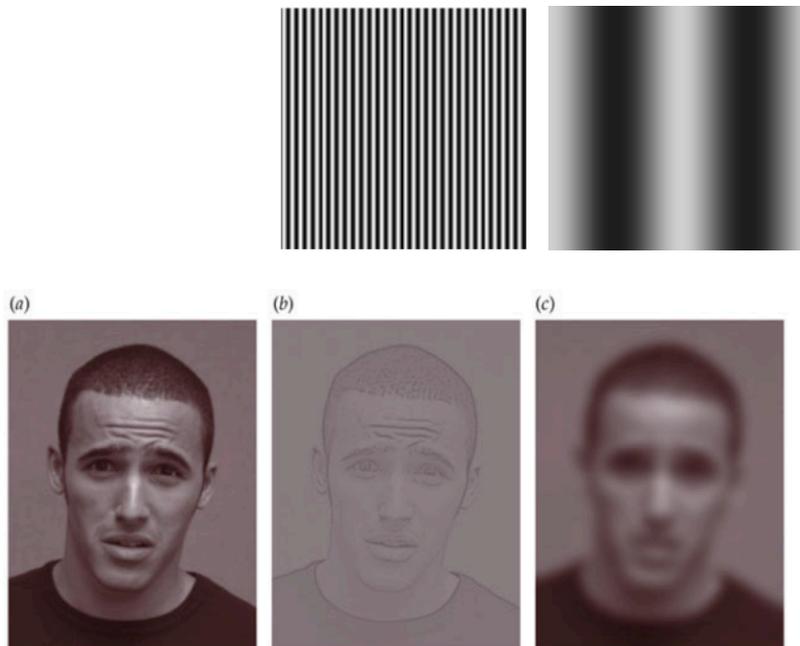


Figure 3. Exemple de visage (a) présenté avec toutes les fréquences spatiales qu'il contient (b) présenté avec seulement les hautes fréquences spatiales et (c) présenté avec seulement les basses fréquences spatiales. *Tirée de Wolfe et al. (2015).*

De façon intéressante, les résultats obtenus dans des tâches de sensibilités aux contrastes, pour l'ensemble des fréquences spatiales, corrélient avec l'habileté à détecter des visages, dès l'âge moyen (c'est-à-dire entre 40 et 59 ans) (Norton, McBain, & Chen, 2009). Ces résultats montrent que les difficultés observées lors des tâches visuelles complexes, comme le traitement des visages, peuvent être liées au traitement visuel de bas niveau. D'ailleurs, les déficits observés

lors du vieillissement dans des tâches qui nécessitent plusieurs réseaux corticaux peuvent s'expliquer, au moins en partie, par un déclin de l'efficacité du traitement visuel de bas niveau (Faubert, 2002; Norton et al., 2009; Roudaia, Bennett, & Sekuler, 2008). Dans le présent essai, nous regarderons spécifiquement si des changements dans les stratégies visuelles et le traitement perceptif de bas niveau accompagnent les déficits fréquemment rapportés en reconnaissance des expressions faciales chez les personnes âgées. Toutefois, lorsqu'on évoque le concept de reconnaissance des expressions faciales, il est inévitable de discuter également de la perception visuelle de haut niveau permettant un traitement du visage émotionnel dans son ensemble.

1.4.3.2 Perception visuelle de haut niveau.

Le domaine de la vision de haut niveau tente de comprendre les mécanismes perceptifs avec lesquels on interprète, donne du sens ou utilise l'information contenue dans une image (Ullman, 1996). Des changements sont observés chez les personnes âgées au niveau des habiletés à traiter des informations faciales de haut niveau. Par exemple, une diminution de la reconnaissance des visages comparativement à la reconnaissance des maisons est constatée dans une tâche à choix forcé de type nouveau/ancien (c'est-à-dire quel stimulus a été appris précédemment ; Boutet & Faubert, 2006). Selon Boutet et Faubert (2006), cette performance serait le résultat d'une diminution de la capacité à traiter les visages au niveau subordonné (c'est-à-dire traitement du visage au plan individuel) alors que le traitement holistique (c'est-à-dire traitement visuel dans sa globalité) serait préservé. Cette affirmation est supportée par l'absence de différence entre les groupes d'âge à des tâches mesurant l'effet d'inversion et l'effet composite, deux méthodes

fréquemment utilisées pour mesurer la présence ou non d'un traitement holistique⁴. Par contre, d'autres auteurs ont montré que le traitement holistique des visages serait modulé par l'âge. Plus précisément, les personnes âgées présenteraient une diminution de l'importance des orientations horizontales en reconnaissance des visages (Obermeyer, Kolling, Schaich, & Knopf, 2012), un type d'information perceptif censé être à la base du traitement holistique (Goffaux & Dakin, 2010). La figure 4 illustre un exemple de l'effet d'inversion lors de l'ajout de modifications horizontales et verticales tel qu'utilisé dans l'étude de Obermeyer et al. (2012). Il est toutefois possible de se questionner quant à la valeur de cette découverte, car les difficultés sont seulement observées lors de modification à l'horizontale.

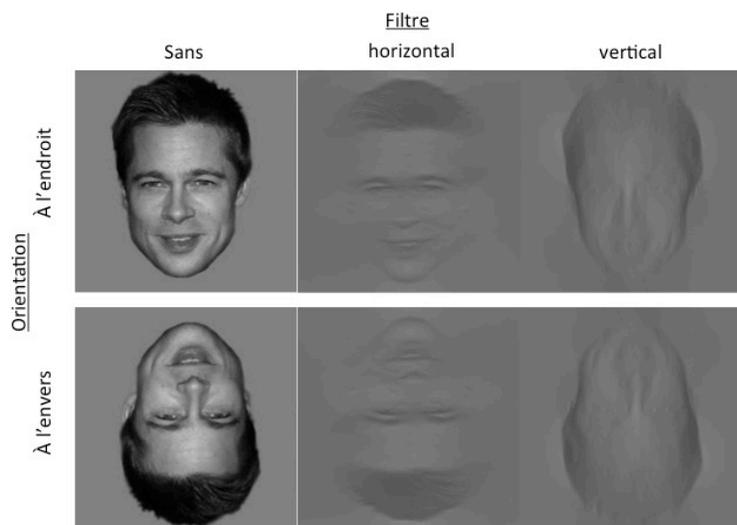


Figure 4. Démonstration de l'effet d'inversion lors de l'ajout de modifications horizontales et verticales.

⁴ L'effet d'inversion réfère à une diminution de reconnaissance de l'identité d'un visage lors d'une orientation de 180 degrés comparativement aux autres objets tandis que l'effet composite renvoie à une plus grande difficulté à distinguer deux différentes moitiés de visages alignées comparativement à si elles sont présentées désalignées (Boutet & Faubert, 2006).

Par ailleurs, un changement de point de vue du visage entraîne une diminution des performances en reconnaissance d'identité chez les personnes âgées (Habak, Wilkinson, & Wilson, 2008). La figure 5 illustre un exemple du changement d'orientation des stimuli faciaux tel qu'utilisé dans l'étude de Habak et al. (2008). Cette information suggère un déficit dans la capacité à traiter l'information de manière globale afin d'établir un percept stable de l'apparence d'un individu, peu importe l'orientation de son visage.



Figure 5. Démonstration du changement d'orientation des stimuli faciaux, selon la condition expérimentale.

Bien que les auteurs ne soient pas tous d'accord sur la possibilité d'un changement de perception de haut niveau chez la personne âgée, les différences relevées lors du traitement des visages dans des tâches qui mesurent les aspects de haut niveau (p. ex. traitement holistique) peuvent certainement contribuer aux difficultés observées en reconnaissance d'expressions faciales (Richler, Cheung, & Gauthier, 2011).

1.4.3.3 *Traitement des informations visuelles émotionnelles.*

Une autre façon d'évaluer le traitement perceptif des visages est de demander aux participants de catégoriser l'expression faciale des visages présentés. Bien sûr, des difficultés à extraire l'information de bas et/ou celles de haut niveau vont engendrer des difficultés en reconnaissance d'expression faciale. À titre d'exemple, l'extraction des basses fréquences spatiales serait nécessaire à la reconnaissance de la joie (Kumar & Srinivasan, 2011) ainsi que de la peur (Vuilleumier et al., 2003; voir toutefois Adolphs et al., 2005), tandis que la reconnaissance de la tristesse (Kumar & Srinivasan, 2011) serait davantage basée sur les hautes fréquences spatiales (voir également Smith et al., 2005). Puisque l'avancement en âge semble influencer négativement la détection des moyennes et hautes fréquences spatiales (Allard, Renaud, Molinatti, & Faubert, 2013), il est possible que ce déficit explique les changements observés avec l'âge sur les habiletés en reconnaissance de certaines expressions faciales d'émotion et que cela ait un impact sur les régions faciales utilisées. Par exemple, la région des yeux contient énormément de détails fins (c'est-à-dire de hautes fréquences spatiales) alors que la bouche, bien qu'elle contienne aussi de hautes fréquences spatiales, peut être traitée sur la base des basses fréquences spatiales. Il est à noter ici que la reconnaissance efficace de différentes expressions est liée à différentes régions faciales (Smith et al., 2005). Alors que la colère et la peur sont manifestement liées à la région des yeux, la joie se reconnaît essentiellement grâce à la bouche (Smith et al., 2005; voir aussi Blais, Fiset, Roy, Saumure Régimbald, & Gosselin, 2017).

Plusieurs chercheurs soutiennent que les personnes âgées passent moins de temps à fixer la région des yeux et davantage de temps à fixer la région de la bouche lors de l'analyse visuelle des stimuli faciaux émotionnels (Circelli et al., 2013 ; Sullivan et al., 2007 ; Wong et al., 2005;

voir toutefois Murphy & Isaacowitz, 2010). Ainsi, des patrons de mouvements oculaires différents de ceux des jeunes adultes ont été observés avec les expressions faciales moins bien reconnues (Circelli et al., 2013 ; Firestone, Turk-Browne, & Ryan, 2007 ; Sullivan et al., 2007 ; Wong et al., 2005). De façon intéressante, Sullivan et al. (2007) ont révélé que le temps de fixation sur les différentes parties du visage favorisant la reconnaissance d'une expression faciale n'améliore pas la performance des personnes âgées contrairement aux jeunes adultes. Afin de mieux comprendre cette dissociation entre les résultats des personnes âgées et ceux des jeunes adultes, Sullivan et al. (2007) ont utilisé trois types de stimuli : seulement les yeux, seulement la bouche ou le visage complet. Ces auteurs ont montré que les personnes âgées ont une performance significativement inférieure comparativement aux jeunes adultes lors de la reconnaissance de la colère, de la peur et de la tristesse dans les yeux, ainsi qu'un maintien du déficit lors de l'identification de la peur et de la colère lors de la présentation du visage complet (Sullivan et al., 2007). Comme mentionné précédemment, la présence d'un déficit lorsque seule la région importante est présentée suggère que les difficultés en reconnaissance de la peur et de la colère chez les personnes âgées ne sont pas attribuables à une diminution de l'attention portée à la région des yeux. Deux possibilités évidentes sont alors possibles : 1) la diminution des performances provient d'un déficit dans le traitement perceptif de bas niveau de la région des yeux (voir Fiset, Blais, Royer, Richoz, Dugas & Caldara, 2017 pour un tel résultat chez une patiente atteinte de prosopagnosie aperceptive faisant suite à une lésion occipitale) ou 2) la diminution des performances n'est pas de nature perceptive et est lié à l'interprétation d'un signal perceptif intact.

La proposition 1, que nous testerons dans le présent essai, suggère donc que la diminution des habiletés à extraire l'information visuelle diagnostique présente dans la région des yeux pourrait

contribuer aux difficultés en reconnaissance des expressions faciales d'émotion chez les personnes âgées. Vérifier cette possibilité est l'un des objectifs de cet essai doctoral. Puisqu'il est également possible que l'utilisation de stimuli faciaux provenant d'un groupe de jeunes adultes exacerbe les difficultés des personnes âgées ou biaise carrément leur patron de performance, le présent essai propose d'utiliser une banque de visages contenant des stimuli jeunes et âgés.

1.5 Objectifs de recherche

1.5.1 Performances

Notre premier objectif visait à évaluer les performances en reconnaissance des expressions faciales chez les personnes âgées. En se basant sur les études antérieures, il était possible de proposer les deux hypothèses suivantes :

1. L'avancement en âge diminuerait la capacité à identifier les expressions de colère, de tristesse et de peur.
2. L'utilisation de stimuli appartenant aux deux groupes d'âge (c'est-à-dire de jeunes adultes et de personnes âgées) entraînerait des performances différentes selon le groupe d'âge des participants. Nous avons posé l'hypothèse que la capacité à identifier les expressions faciales serait favorisée par l'utilisation de stimuli faciaux appartenant au groupe d'âge du participant.

1.5.2 Stratégies visuelles

Notre deuxième objectif était de vérifier l'impact de l'âge sur les stratégies perceptives utilisées lors du traitement des expressions faciales par nos deux groupes de participants. Deux hypothèses étaient proposées :

1. En lien avec les études rapportées dans l'introduction, nous nous attendions à observer un biais de fixation vers la région de la bouche chez nos participants plus âgés et que ce biais sera accompagné d'une surutilisation de la région de la bouche par rapport à la région des yeux chez ce même groupe de participants.
2. Puisqu'un déficit à extraire les moyennes/hautes fréquences spatiales est rapporté dans la littérature, nous nous attendions à ce que les personnes âgées éprouvent des difficultés à extraire les hautes fréquences spatiales. Ainsi, la relation entre une diminution du traitement de la région des yeux, comprenant davantage de hautes fréquences spatiales, et le biais de fixation vers la région de la bouche aurait pu être exploré.

CHAPITRE II

MÉTHODOLOGIE

2.1 Participants

Les participants du groupe âgé étaient des personnes âgées de 65 ans et plus. Le groupe jeune était formé d'individus âgés de 18 à 30 ans. Tous ont été recrutés dans la région de l'Outaouais et ne présentaient aucun problème de santé mentale ou visuelle, tel que mesuré à l'aide de la liste de tests rapportée ci-dessous. Le groupe contrôle servi à relever l'effet de l'âge sur nos tâches expérimentales de manière transversale.

Tous les participants âgés ont été évalués afin de vérifier leurs capacités cognitives et visuelles à l'aide des outils sous-mentionnés. En premier lieu, un questionnaire de renseignements sociodémographiques et de santé a été utilisé afin de vérifier l'état général de santé mentale et physique des individus. Les participants ont ensuite complété le Mini Mental State Examination (MMSE), l'échelle de Snellen ainsi que la charte de sensibilité au contraste Hamilton-Veale. Tous les participants ont également complété l'Inventaire de Dépression de Beck (BDI-II) et l'Inventaire d'Anxiété situationnelle et de Trait d'Anxiété (IASTA-Y) afin de vérifier les facteurs émotionnels. Les facteurs d'exclusion étaient un résultat inférieur à 27 au MMSE (Strauss, Sherman, & Spreen, 2006), un résultat supérieur à 50 au Questionnaire sur l'anxiété du IASTA-Y (Gauthier & Bouchard, 1993), un résultat égal ou supérieur à 19 au BDI-II (Olin, Schneider, Eaton, Zemansky, & Pollock, 1992), un résultat inférieur à 13 à la charte d'Hamilton-Veale ainsi qu'une acuité visuelle inférieure à 10/10 pour le groupe de jeunes adultes

et à 10/20 pour les participants âgés de 65 ans et plus, mesurée à l'aide de l'échelle analogue de Snellen (Circelli et al., 2013; Sullivan et al., 2007; Wong et al., 2005).

Trente-cinq personnes âgées et 34 jeunes adultes ont pris part au projet de recherche. De cet échantillon, quatre personnes âgées ont été exclues, dont une en raison d'un résultat inférieur à 10/20 à l'échelle de Snellen et trois en raison d'une possibilité d'un trouble de l'humeur. Pour ce qui est du groupe des jeunes adultes, trois personnes ont également dû être exclues soit un pour un résultat supérieur à 19 au BDI-II ainsi que deux qui se sont retirés de l'étude pour des raisons personnelles. Les échantillons inclus dans cet essai doctoral comprennent donc 31 personnes âgées et 31 jeunes adultes. Il est à noter que ces échantillons étaient suffisants pour obtenir des effets significatifs aux tâches sélectionnées.

2.2 Matériel

2.2.1 Questionnaires.

De nombreux questionnaires ont été utilisés afin de vérifier diverses composantes (voir Annexe A). Le questionnaire de renseignements sociodémographiques et de santé est un questionnaire de renseignements généraux, c'est-à-dire un questionnaire auto-rapporté, de type papier crayon, qui recense des données sociodémographiques et les principaux troubles de santé du participant.

2.2.1.1 Mini Mental State Examination (MMSE).

Le *Mini Mental State Examination* est un test qui peut être administré aux personnes de 18 ans et plus, mais il est essentiellement utilisé dans le dépistage de déclin cognitif lié à l'âge. Différents items permettent d'évaluer l'orientation dans le temps et l'espace, le langage, les habiletés arithmétiques simples ainsi que la mémoire à court/ long terme. Les résultats normalisés varient en fonction du niveau d'éducation et de l'âge du participant. Le résultat minimal indiquant une absence de trouble cognitif pour les individus ayant moins de 4 ans de scolarité est de 22, ceux entre 5 et 9 ans de scolarité est de 26 et ceux de 9 ans et plus de scolarité est de 29. Par contre, les personnes âgées de plus de 80 ans sont toutes considérées comme dans la norme si elles obtiennent un résultat égal ou supérieur à 25 (Strauss et al., 2006). La validation française de ce test a révélé une bonne validité concurrente lorsque corrélée avec le test d'Information-Concentration de Blessed ($r = -.89$), l'Alzheimer Disease Assessment Scale ($r =$ entre $.85$ et $.94$) et la Dementia Rating Scale de Mattis ($r = .78$). Cet instrument a montré une bonne fidélité test-retest avec une clientèle démente ($r = .74$ et $.79$; Derouesne et al., 1999).

2.2.1.2 L'Inventaire de dépression de Beck (BDI-II).

L'Inventaire de dépression de Beck permet une estimation quantitative de l'intensité des symptômes dépressifs (Beck, Steer, & Brown, 1998). Cet inventaire comprend 21 questions qui font référence à des changements perçus par le participant dans les deux dernières semaines comparativement au fonctionnement antérieur. Les participants doivent coter sur une échelle allant de 0 à 3 points l'intensité de chacun des symptômes du test. Ce questionnaire permettra d'exclure les participants qui auront un score au-dessus de 19 ce qui correspond à des signes de

dépression légère (Olin et al., 1992). La fidélité a été calculée selon la cohérence interne qui s'échelonne de .27 à .74 chez une population étudiante et la stabilité test-retest a démontré une corrélation de .93 ($p < .001$). La validité a été établie grâce à la comparaison du BDI avec d'autres instruments de mesure convergents soit *le Beck Hopelessness Scale* ($r = .68$), *le Scale for Suicide Ideation* ($r = .37$) et *le Hamilton Psychiatric Rating Scale for Depression* ($r = .71$) tous à $p < .001$ (Beck et al., 1998). En ce qui a trait aux personnes âgées, une étude a mis en évidence que les qualités psychométriques appliquées à la population âgée sont similaires à ceux de la population adulte (Vézina, Landreville, Bourque, & Blanchard, 1991).

2.2.1.3 L'Inventaire d'Anxiété Situationnelle et de Trait d'Anxiété (IASTA-Y).

L'Inventaire d'anxiété situationnelle et de trait d'anxiété est une mesure de l'anxiété situationnelle et de l'anxiété de trait dont chacune des catégories comprend 20 items (Gauthier & Bouchard, 1993). Chaque item demande au participant de répondre sur une échelle graduée de quatre points : 1 (pas du tout ou presque jamais) à 4 (beaucoup ou presque toujours). La traduction française de l'inventaire a démontré avoir de bonnes qualités psychométriques. La consistance interne a relevé des coefficients variant de .24 à .72 pour l'échelle d'anxiété situationnelle et de .41 à .64 pour l'échelle de trait d'anxiété. Les coefficients « alpha » étaient de .94 et .86 pour les hommes et les femmes à l'échelle d'anxiété situationnelle, et .90 pour l'échelle de trait d'anxiété pour les deux sexes. La validité de construit a été calculée en comparant deux groupes soit un en situation d'examen et un en situation de non-examen. Les coefficients de corrélation de Pearson entre les situations sont de .39 ($p < .001$) à l'échelle d'anxiété situationnelle et de .89 ($p < .001$) à l'échelle de trait d'anxiété. Les seuils ne sont pas les mêmes pour le groupe de jeunes et le groupe de personnes âgées. En ce qui a trait aux jeunes adultes, des résultats, à

l'échelle d'anxiété situationnelle et l'échelle de trait d'anxiété, supérieurs à 48 et 50 pour les femmes, ainsi qu'à 47 et 49 pour les hommes, ont servi de facteur d'exclusion (Gauthier & Bouchard, 1993). Une étude réalisée auprès des personnes âgées a permis d'établir que les qualités psychométriques sont préservées. Les seuils, par contre, ont été légèrement supérieurs à ceux établis pour les jeunes. Des résultats à l'échelle d'anxiété situationnelle et l'échelle de trait d'anxiété, supérieurs à 49 et 55 pour les femmes ainsi qu'à 53 et 60 pour les hommes, ont servi de facteur d'exclusion pour la population âgée (Bouchard, Gauthier, Ivers, & Paradis, 1996).

2.2.1.4 L'échelle analogue de Snellen.

L'échelle de Snellen donne une mesure de l'acuité visuelle (Provisu, 2013). Cette échelle permet de calculer la capacité d'un individu à voir en fonction de la distance. Il s'agit d'une feuille blanche qui présente des lettres de l'alphabet imprimées à l'encre noire. Ces dernières diminuent de taille du haut vers le bas de la feuille. Le participant doit nommer les lettres qu'il voit un œil à la fois, à une distance de 10 pieds. Un résultat de 10/10 signifie que la personne peut voir à une distance de 10 pieds ce qui est normalement perçu à 10 pieds. Une acuité visuelle inférieure à 10/10 (20/20) pour les individus âgés en bas de 60 ans et inférieure à 10/20 (20/40) pour ceux âgés de 60 ans et plus a été utilisée comme facteur d'inclusion (West et al., 1997).

2.2.1.5 Le test de sensibilité au contraste de Hamilton-Veale.

L'échelle de Hamilton-Veale permet d'évaluer la sensibilité aux contrastes (Hamilton-Veale, 2011). Il s'agit d'une feuille sur laquelle sont imprimées des lettres alphabétiques dont le contraste diminue progressivement. Le participant doit nommer les lettres qu'il voit un œil à la

fois, à une distance d'un mètre. La dernière ligne où le participant ne commettait pas d'erreur permettait d'inférer ses capacités visuelles. Étant donné que la sensibilité au contraste décline avec l'âge, cet instrument a servi de critère d'exclusion si le participant obtenait un résultat inférieur à 13 (considérant qu'une sensibilité aux contrastes normale va de 13 à 16) (Hamilton-Veale, 2011).

2.2.2 Mesures expérimentales

Afin de vérifier les hypothèses de recherche du présent essai, trois tâches à l'ordinateur ont été créées à l'aide de stimuli faciaux provenant d'identités âgées et jeunes exprimant des émotions ou la neutralité. Ces trois tâches sont 1) le *Mégamixte d'expressions faciales* (Young, Rowland, Calder, & Etcoff, 1997), 2) *une tâche de catégorisation d'expressions faciales à l'apex où les mouvements oculaires sont enregistrés* ainsi que 3) *une tâche de catégorisation d'expressions faciales à l'apex où les stimuli sont échantillonnés avec la méthode des bulles* (Gosselin & Schyns, 2001). Ces trois tâches expérimentales fournissent des scores de performances et génèrent plusieurs données permettant de révéler les stratégies perceptives utilisées. Les tâches prennent en moyenne 3 à 4 heures chacune pour un temps total de passation d'environ 10 heures par participant.

2.2.2.1 Stimuli.

Les stimuli sont des images d'hommes et de femmes de deux groupes d'âge présentant des expressions faciales. Ils se retrouvent sur le site de la *Max Planck Institute for Human Development* (Ebner, Riediger, & Lindenberger, 2010). Cette banque de visages a été développée

en 2005 par Lindenberger, Ebner et Riediger au *Center of Lifespan Psychology*. La banque comprend un total de 2 052 images. Vingt identités, dont 10 femmes et 10 hommes appartenant aux deux groupes d'âge, ont été sélectionnées sur la base de leurs traits faciaux favorisant la reconnaissance des expressions faciales étudiées. Les stimuli ont dû être modifiés afin de convenir au critère des différentes tâches (voir Figure 6 et description dans chaque tâche respective). L'utilisation de Photoshop a permis de transformer les stimuli en noir et blanc. L'ensemble des identités a été aligné sur la région des yeux, du nez et de la bouche afin de contrôler le positionnement sur l'écran des régions du visage présenté et normalisé sur les niveaux de luminance ainsi que l'énergie sur les différentes fréquences spatiales grâce à SHINE (Willenbockel et al., 2010).

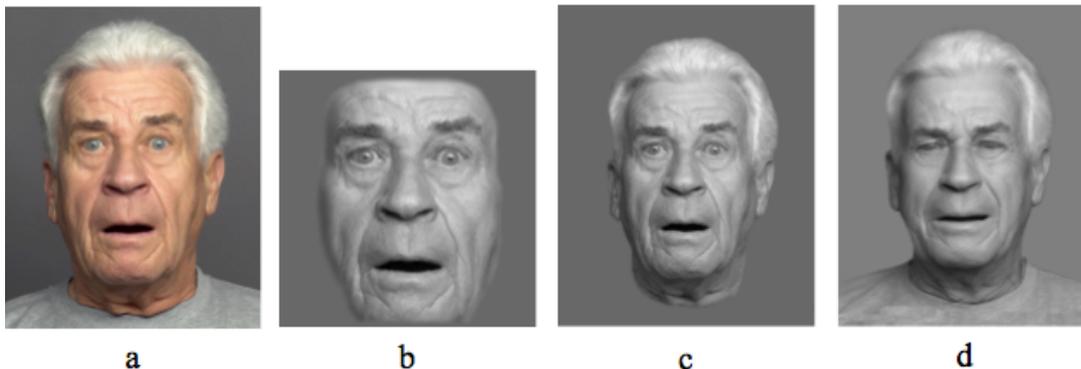


Figure 6. Exemple d'un stimulus âgé : a) Stimulus non modifié, b) Stimulus pour la tâche des bulles, c) Stimulus pour la tâche où les mouvements oculaires sont enregistrés, d) Stimulus pour la tâche du Mégamixte d'expressions faciales contenant 50% de peur et 50 % de tristesse

2.2.2.2 Le Mégamixte d'expressions faciales.

Le Mégamixte d'expressions faciales est un test où les participants doivent identifier

l'expression faciale dominante présentée dans un stimulus facial. Dans l'optique de créer différentes proportions d'émotion, deux stimuli, soit 1 par groupe d'âge, ont dû être modifiés à l'aide de FantaMorph. Pour chaque combinaison d'expressions faciales (p.ex. colère avec joie, colère avec peur, etc.), sept proportions différentes sont utilisées (c'est-à-dire 14, 26, 38, 50, 62, 74, 86) (voir Figure 7).

À chaque essai, le participant doit choisir, parmi six émotions (colère, tristesse, dégoût, joie, peur et neutralité), laquelle est représentée par le stimulus. Pour ce faire, le participant doit indiquer à l'aide des touches du clavier quelle émotion est affichée à l'écran. Le temps de présentation des stimuli correspond ainsi au temps de réponses des participants. Entre chaque stimulus, un point de fixation au centre de l'écran est présenté, pour une durée d'une seconde, afin de contrecarrer l'« *after-effect* » (c'est-à-dire l'effet d'un premier stimulus sur un deuxième). Les expressions faciales, les niveaux de morphing et l'âge des visages sont présentés de façon aléatoire à l'intérieur de chaque bloc d'expérimentation.



Figure 7. Exemple d'une combinaison de l'émotion de colère et de joie dans le Mégamixte d'expressions faciales

2.2.2.3 L'enregistrement des mouvements oculaires.

L'enregistrement des mouvements oculaire permet de vérifier quelles régions du visage sont regardées par le sujet pour accomplir la tâche. Cette tâche est effectuée à l'ordinateur et les mouvements oculaires sont enregistrés à l'aide de l'appareil EyeLink 1000 Plus Desktop Mount. Cet oculomètre enregistre la façon dont les yeux bougent lorsqu'ils regardent un stimulus, l'objectif étant d'extraire où le sujet regarde lorsqu'il effectue la tâche. Pour vérifier l'exactitude de l'enregistrement des mouvements oculaires, l'oculomètre est calibré à chaque 20 essais pour chaque participant à l'aide des huit points extrêmes de l'écran (c'est-à-dire les 4 coins et les 4 côtés) et du centre. De plus, entre chaque stimulus un point de fixation au centre de l'écran est présenté jusqu'à ce que l'oculomètre détecte la pupille du participant. Cent-vingt stimuli représentant des visages jeunes et âgés sont projetés à l'écran de façon aléatoire et le participant doit indiquer à l'aide des touches du clavier quelle expression est présentée le plus rapidement possible en évitant de faire des erreurs (colère, tristesse, dégoût, joie, peur et neutralité). Le temps de présentation des stimuli correspond ainsi au temps de réponses des participants.

2.2.2.4 La Méthode des bulles.

La Méthode des bulles est une méthode psychophysique qui consiste à échantillonner aléatoirement différentes régions d'un stimulus qui demeurent visibles alors que le reste est masqué (Gosselin & Schyns, 2001). À chaque essai, différentes parties du stimulus, dans différentes bandes de fréquences spatiales, sont révélées par de petits trous gaussiens positionnés aléatoirement (les bulles; voir Figure 8). La création de ces stimuli s'effectue à chaque essai en quatre étapes : 1) Le stimulus est décomposé dans les cinq bandes de fréquences spatiales (96-48,

48-24, 24-12, 12-6 cycles par visage). 2) Pour chaque bande de fréquences spatiale, des trous gaussiens sont appliqués aléatoirement. La taille des bulles est ajustée de sorte que chaque trou gaussien révèle 1.5 cycle d'information spatial (FWHM : 14.1, 28.3, 56.5, 113.0 et 226.1 pixels). Le nombre de bulles est donc différent pour chaque bande de fréquences spatiales afin de conserver une taille totale constante des régions présentées. 3) Ensuite, une multiplication point par point est effectuée entre chaque masque de bulles obtenu et les images décomposées en fréquences spatiales. 4) Pour terminer, le stimulus expérimental est créé grâce à la compilation des informations dévoilées par les bulles dans les cinq bandes de fréquences spatiales.

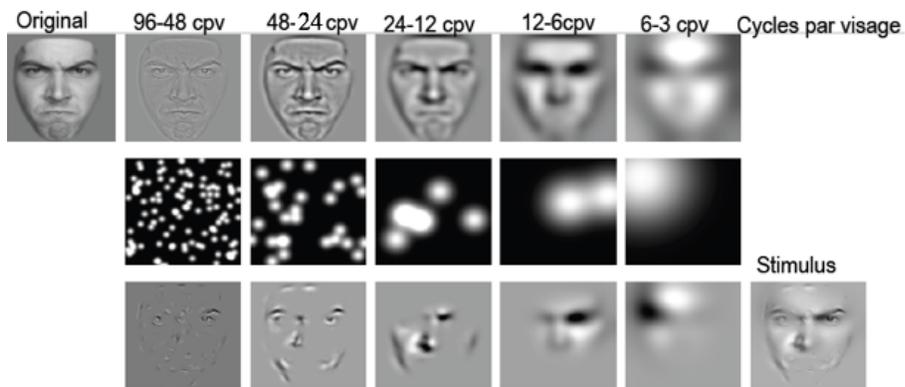


Figure 8. Étapes de la création d'un stimulus à l'aide de la méthode des bulles

La méthode des bulles permet ainsi d'évaluer comment la disponibilité/indisponibilité des régions faciales affecte la performance du participant. Le nombre de bulles appliqué sur chaque stimulus est contrôlé grâce à la fonction QUEST dans Matlab afin de maintenir une performance à 62.5% par expression faciale et âge de stimulus, séparément. Par exemple, on s'attend que le participant réussisse si la bouche est présentée lors d'un essai représentant la joie alors que ce même stimulus sera plus probablement catégorisé incorrectement si la bouche est masquée.

Comme les autres tâches, la tâche des bulles inclut des stimuli âgés et jeunes présentés

aléatoirement exprimant quatre expressions faciales distinctes (peur, colère, dégoût et joie). Il est à noter que seulement quatre expressions faciales ont été sélectionnées considérant le nombre d'essais requis afin de créer une image de classification adéquate. Les expressions faciales ont été sélectionnées afin que certaines soient mieux reconnues avec les yeux (peur et colère) alors que les autres nécessitent davantage le bas du visage. De façon similaire, certaines expressions nécessitent davantage les hautes fréquences spatiales (peur et dégoût) alors que les autres sont reconnus avec les basses fréquences spatiales (colère et joie; voir Smith et al., 2005). Dans cette tâche, le participant doit catégoriser l'expression faciale présentée à l'aide des touches du clavier. Le temps de présentation des stimuli correspond ainsi au temps de réponses des participants. Entre chaque stimulus, un point de fixation au centre de l'écran est présenté durant une demi-seconde afin de contrecarrer l'« *after-effect* » (c'est-à-dire l'effet d'un premier stimulus sur un deuxième). Les expressions faciales et l'âge des visages sont présentés de façon aléatoire à l'intérieur de chaque bloc d'expérimentation.

2.3 Procédures

La procédure du projet de recherche est constituée principalement de trois parties : (1) le recrutement des participants, (2) la rencontre informative et (3) la passation des tests. Les parties deux et trois ont duré environ 10 à 12 heures par participant.

Les participants du groupe de jeunes adultes étaient principalement recrutés par du bouche-à-oreille à l'Université du Québec en Outaouais (UQO). Les personnes du groupe de personnes âgées étaient recrutées par des annonces envoyées dans les centres d'activités sociales pour personnes âgées tels que la Cabane à Bois rond (vivant à domicile) et les résidences Cité-

Jardin. Une affiche a été conçue afin de recruter dans ces milieux (voir Annexe B).

Lors du premier contact téléphonique avec le participant, l'ensemble de la procédure et l'objectif global de l'étude étaient expliqués. Il était également mentionné que durant la première rencontre le participant devait amener avec lui la liste de ses médicaments ainsi que ses lunettes, s'il y avait lieu. Les participants étaient informés de la rémunération de 10\$ par heure ainsi que de la durée approximative de l'expérimentation. Par la suite, un rendez-vous était fixé.

Durant la première rencontre, tous les participants devaient comprendre et signer le formulaire de consentement (voir Annexe C). Par la suite, ils devaient répondre à l'ensemble des questionnaires. Ensuite, le test d'acuité visuelle de Snellen et la mesure de la sensibilité au contraste étaient administrés.

Lors des rencontres subséquentes, le participant devait effectuer les tâches expérimentales. Pour le Mégamixte, le participant était positionné à 57 centimètres de l'écran à l'aide d'une mentonnière (9.6 degrés d'angle visuel). Il était ensuite informé qu'il devait reconnaître les expressions faciales à l'écran parmi les 6 choix suivants : colère, dégoût, neutre, peur, joie et tristesse. Il était spécifié au participant que le choix pouvait être difficile, car il s'agissait d'un morphage (c'est-à-dire une technique qui permet de créer un continuum du mélange de deux visages afin de former des images intermédiaires) de deux expressions faciales. La tâche était donc de dire à quelle émotion ressemble davantage le visage présenté et de répondre avec la bonne touche sur le clavier d'ordinateur. Chaque participant devait compléter 18 blocs de 105 essais pour 9 exemplaires pour chaque expression faciale, niveau de morphing et âge de visage.

Pour la tâche des mouvements oculaires, l'expérimentateur devait positionner le sujet à 67 cm de l'écran (9.5 degrés d'angle visuel). Par la suite, il mentionnait au participant qu'il devait catégoriser des expressions faciales selon les mêmes 6 émotions que dans la tâche du Mégamixte. Il était mentionné au participant d'éviter, autant que possible, de cligner des yeux pendant les essais, mais plutôt entre les essais. Le participant voyait apparaître un point noir au centre de l'écran, et lorsque son œil était détecté par l'oculomètre, un stimulus apparaissait soit à gauche ou à droite du point noir. Le participant devait regarder le visage et, dès qu'il reconnaissait l'expression d'émotions présentée, appuyer sur la souris et dire à voix haute sa réponse. L'expérimentateur entrait la réponse à l'aide du clavier d'ordinateur. Chaque participant devait compléter 2 blocs de 120 essais pour 2 exemplaires pour chaque expression faciale et âge de visage.

Pour les tâches de Bulles, le participant était positionné à 57 centimètres de l'écran à l'aide d'une mentonnière (6.7 degrés d'angle visuel). Celle-ci comprenait une pratique afin de s'assurer que le participant reconnaissait bien les expressions faciales lorsque toute l'information visuelle était présente. Pour ce faire, il devait catégoriser les expressions faciales présentées à l'écran parmi 4 possibilités : peur, colère, dégoût et joie. Par la suite, lors de l'atteinte de 90% de bonnes réponses, la tâche des Bulles pouvait débiter. L'expérimentateur devait spécifier que certains visages pouvaient sembler ambigus, mais qu'il était important de choisir une seule émotion. Chaque participant devait compléter 8 blocs de 100 essais pour 10 exemplaires pour chaque expression faciale et âge de visage.

Notons que l'ordre de passation des tâches fut contrebalancé entre les participants des deux groupes d'âge. De plus, l'ensemble des consignes était identique pour les deux groupes de

participants afin de diminuer la présence d'un biais âgiste lors des explications de l'expérimentateur.

CHAPITRE III

RÉSULTATS

3.1 Caractéristiques des participants

Le tableau 1 présente les caractéristiques démographiques de l'échantillon de participants. Les deux groupes se sont révélés comparables en ce qui a trait au genre [$\chi(1)^2 = .07, p = .79$], de même qu'au niveau de la scolarité [$\chi(2)^2 = 3.47, p = .18$], de la dépression (BDI) [$t(60) = -.83, p = .41$], de l'anxiété (YASTA 1 et 2) [$t(60) = 1.46, p = .15$ et $t(60) = 1.32, p = .19$, respectivement], de l'intelligence émotionnelle [$t(60) = .39, p = .70$] et de la satisfaction de vie [$t(60) = -.48, p = .63$]. Considérant l'écart-type plus grand pour le groupe de personnes âgées ainsi que la documentation scientifique qui appuie que le groupe âgé de 65 ans et plus est un groupe hétérogène comprenant des caractéristiques différentes selon les tranches d'âge (Lalive d'Épinay & Spini, 2007), une division par dizaine est proposée afin de fournir une appréciation de la composition des groupes : Personnes âgées entre 65 et 74 ans, $n = 22$; personnes âgées entre 75 et 85 ans, $n = 9$; personnes âgées de plus de 85 ans, $n = 0$. Néanmoins, des analyses par tranches d'âge n'ont pas été effectuées ; celles-ci dépassent les objectifs du présent essai doctoral, et les tailles d'échantillons dans chaque dizaine ne seraient pas suffisamment grande.

Tableau 1

Statistiques démographiques

		Jeunes adultes (N= 31)	Personnes âgées (N= 31)
Âge		22.55 (2.74)	72.10 (5.19)
Sexe, n	Hommes	11	12
	Femmes	20	19
Niveau de scolarité, n	Aucun	0	0
	Primaire	0	0
	Secondaire	1	2
	Collégiale	1	5
	Universitaire	29	24
BDI		4.29 (3.95)	5.16 (4.31)
YASTA1		27.90 (5.98)	25.65 (6,19)
YASTA2		31.81 (7.41)	29.45 (6.58)
Satisfaction de vie		28.39 (4.92)	29.10 (6.58)
Intelligence émotionnelle		185.32 (16.88)	183.42 (21.62)

Note. L'écart-type est présenté entre parenthèses à côté de la moyenne.

3.2 Performances en reconnaissance des expressions faciales des émotions

Pour l'ensemble des résultats présentés dans cette section, il est à noter que lorsque le postulat de sphéricité, vérifié à l'aide du test de Mauchly, n'était pas respecté, la correction de

Greenhouse-Geiser a été utilisée. Notons que lorsque les interactions n'étaient pas significatives et que l'effet principal du groupe était significatif, nous n'avons pas analysé les performances des participants par âge de stimulus.

3.2.1 Tâche de poursuite des mouvements oculaires

La présente tâche impliquait plusieurs identités exprimant six différentes émotions à l'apex. La proportion de bonnes réponses pour chaque émotion et âge des stimuli a été calculée (voir Tableau 2) afin d'obtenir une première mesure de la performance en reconnaissance des expressions faciales des émotions des participants. Une analyse de variance mixte 2 (participants jeunes vs. âgés) X 2 (stimuli jeunes vs. âgés) X 6 (joie, peur, dégoût, neutre, tristesse et colère) a été effectuée sur le taux de bonnes réponses. Les effets principaux de l'âge du participant [$F(1,60) = 24.06, p < .001; \eta^2_{partiel} = .29$], de l'âge du stimulus [$F(1,60) = 200.55, p < .001; \eta^2_{partiel} = .77$] et de l'émotion [$F(5,300) = 38.40, p < .001; \eta^2_{partiel} = .39$] se sont révélés significatifs.

L'interaction entre l'âge du participant et l'âge du stimulus s'est révélée non significative [$F(1,60) = 1.34, p = .25$]. Les interactions entre l'âge du participant et l'émotion [$F(5,300) = 2.47, p < .05; \eta^2_{partiel} = .04$] ainsi qu'entre l'âge du stimulus et l'émotion [$F(5,300) = 29.28, p < .001; \eta^2_{partiel} = .33$] se sont révélées significatives. Ces effets sont caractérisés par une interaction triple significative entre l'âge du participant, l'âge du stimulus et l'émotion [$F(5,300) = 7.13, p < .001; \eta^2_{partiel} = .11$].

Des analyses de variance mixte 2 (participants jeunes vs âgés) X 2 (stimuli jeunes vs âgés) sur les taux de bonnes réponses ont été effectuées séparément pour chaque émotion. Les

interactions entre l'âge du participant et l'âge du stimulus pour l'émotion de colère [$F(1,60) = .95, p = .33$], de peur [$F(1,60) = .53, p = .47$], de joie [$F(1,60) = 1.80, p = .19$] et de neutralité [$F(1,60) = 1.88, p = .18$] se sont révélées non significatives. L'effet principal du groupe s'est toutefois avéré significatif pour l'émotion de peur [$F(1,60) = 11.23, p = .001; \eta^2_{partiel} = .16$] et de neutralité [$F(1,60) = 10.01, p = .002; \eta^2_{partiel} = .14$], les personnes âgées présentant un taux de bonnes réponses plus faible que les jeunes adultes. L'effet principal du groupe n'était toutefois pas significatif pour les émotions de colère [$F(1,60) = .92, p = .34$] et de joie [$F(1,60) = 1.24, p = .27$]. Les interactions entre l'âge du participant et l'âge du stimulus pour l'émotion de dégoût [$F(1,60) = 11.40, p = .001; \eta^2_{partiel} = .16$] et de tristesse [$F(1,60) = 14.09, p < .001; \eta^2_{partiel} = .19$] se sont révélées significatives. Des tests-t pour échantillons indépendants, corrigés à l'aide de la correction de Bonferroni ($p = .01$), ont été réalisés afin d'observer s'il y avait une différence entre le taux de bonnes réponses des personnes âgées et des jeunes adultes lors de la reconnaissance de l'émotion de dégoût et de tristesse, lorsqu'exprimés sur des visages jeunes ou âgés. Aucune différence significative n'est observée, entre les personnes âgées et les jeunes adultes, pour l'émotion de tristesse, lorsqu'exprimée sur des visages âgés [$t(60) = 1.47, p = .15$]. Des différences significatives sont observées, entre les personnes âgées et les jeunes adultes, pour l'émotion de tristesse, lorsqu'exprimée sur des visages jeunes [$t(60) = -3.12, p < .01; d = .74$] ainsi que pour l'émotion de dégoût, lorsqu'exprimée sur des visages âgés [$t(60) = -4.49, p < .001; d = 1.14$] ou jeunes [$t(60) = -2.66, p = .01; d = .75$]. Un test-t pour échantillons appariés a été réalisé afin d'observer s'il y avait des différences significatives entre le taux de bonnes réponses pour l'émotion de tristesse et de dégoût selon l'âge du stimulus, pour chaque âge de participants. Des différences significatives sont observées, entre les visages âgés et les visages jeunes, chez les participants jeunes pour l'émotion de dégoût [$t(30) = 4.31, p < .001, d = 1.92$], et de tristesse [$t(30) = 7.93, p < .001, d = .76$], ainsi que chez les participants âgés pour l'émotion de

dégoût [$t(30) = 6.44, p < .001, d = 1.57$]. Une tendance est observée, entre les visages âgés et les visages jeunes, chez les participants âgés pour l'émotion de tristesse [$t(30) = 2.75, p = .01$]. En effet, les jeunes adultes ont un taux de bonne réponse supérieur aux personnes âgées avec des visages âgés et jeunes pour l'émotion de dégoût, et ce de manière significativement plus élevée avec les visages jeunes. Notons que pour l'expression de dégoût, la performance des personnes âgées est également améliorée avec les visages jeunes. Pour l'émotion de tristesse, les jeunes adultes ont des taux de bonnes réponses altérés lors de la reconnaissance de l'émotion de tristesse par des visages âgés et ont un taux de bonne réponse supérieur aux personnes âgées lorsque cette expression est exprimée par des visages jeunes.

En résumé, la performance des personnes âgées, lorsque comparée à celle de jeunes adultes, est altérée avec l'émotion de peur, de dégoût, de neutralité et même de tristesse, mais ce, spécifiquement avec des visages jeunes. Un effet de l'âge des stimuli est observé avec l'émotion de dégoût et de tristesse. Plus spécifiquement, les personnes âgées ne sont pas favorisées par l'utilisation de visage âgé pour l'émotion de dégoût, mais la performance des jeunes adultes est altérée lorsque les émotions de tristesse et de dégoût sont exprimées par un visage âgé comparativement à un visage jeune.

Tableau 2

Taux de bonnes réponses des jeunes adultes et des personnes âgées par émotion et âge du visage durant la tâche de catégorisation d'expressions faciales où les mouvements oculaires étaient enregistrés

Âge du stimulus	Émotion	Jeunes adultes	Personnes âgées
Âgé	Colère	.74 (.17)	.74 (.18)
Jeune		.95 (.05)	.91 (.08)
Âgé	Dégoût	.92 (.05)	.80 (.14)
Jeune		.97 (.05)	.92 (.08)
Âgé	Peur	.99 (.03)	.90 (.15)
Jeune		1.00 (.01)	.92 (.14)
Âgé	Joie	.99 (.02)	.98 (.07)
Jeune		.95 (.05)	.91 (.08)
Âgé	Neutralité	.98 (.05)	.89 (.15)
Jeune		.99 (.02)	.93 (.13)
Âgé	Tristesse	.71 (.17)	.77 (.14)
Jeune		.92 (.08)	.84 (.13)

Note. L'écart-type est présenté entre parenthèses à côté de la moyenne.

3.2.2 Tâche du Mégamixte d'expressions faciales

Dans cette deuxième expérience, la tâche de catégorisation d'expression faciale est différente de celle effectuée dans la première expérience. Entre autres, la présente tâche implique

une seule identité par groupe d'âge exprimant des mélanges d'émotions (contrairement à la précédente tâche où les stimuli représentaient des expressions pures).

3.2.1.1 Taux de bonnes réponses

Afin de mesurer la performance des participants à identifier une expression faciale, le taux de bonnes réponses a été trouvé pour chaque expression faciale, et ce séparément pour chaque âge de stimulus. La proportion de bonnes réponses pour chaque émotion et âge de stimuli correspond à la moyenne des proportions de bonnes réponses dans les essais où une expression était dominante (c'est-à-dire lorsque l'émotion analysée était représentée avec un pourcentage supérieur à 62%).

Une analyse de variance mixte 2 (participants jeunes vs âgés) X 2 (stimulus jeune vs âgé) X 6 (joie, peur, dégoût, neutre, tristesse et colère) a été effectuée sur le taux de bonnes réponses. Les effets principaux de l'âge du stimulus [$F(1,60) = 6.26, p = .02; \eta^2_{partiel} = .10$] et de l'émotion [$F(5,300) = 43.66, p < .001; \eta^2_{partiel} = .73$] se sont avérés significatifs. L'effet principal de l'âge du participant s'est révélé non significatif [$F(1,60) = .03, p = .86$] (voir Tableau 3).

L'interaction entre l'âge du participant et l'âge du stimulus s'est avérée non significative [$F(1,60) = 1.30, p = .26$]. Les interactions entre l'âge du participant et l'émotion [$F(5,300) = 5.36, p < .01; \eta^2_{partiel} = .09$] ainsi qu'entre l'âge du stimulus et l'émotion [$F(5,300) = 12.18, p < .001; \eta^2_{partiel} = .20$] se sont révélées significatives. L'interaction triple entre l'âge du participant, l'âge du stimulus et l'émotion s'est révélée significative [$F(5,300) = 5.01, p = .002; \eta^2_{partiel} = .08$].

L'interaction triple a été décomposée en effectuant des analyses de variance mixte 2 (participants jeunes vs âgées) X 2 (stimulus jeune vs âgée) sur chaque expression séparément. L'interaction entre l'âge du participant et l'âge du stimulus s'est avérée significative pour l'expression de neutralité seulement [$F(1,60) = 4.98, p = .03; \eta^2_{partiel} = .08$]. Des tests-t pour échantillons indépendants, corrigés à l'aide de la correction de Bonferonni ($p = .03$), ont révélé une différence significative entre les deux groupes d'âge lorsque le visage était jeune [$t(60) = 1.20, p = .008; d = -.10$], mais non significative lorsqu'il était âgé [$t(60) = 2.30, p = .85$]. Un test-t pour échantillons appariés a été réalisé afin d'observer s'il y avait des différences significatives entre le taux de bonnes réponses pour l'émotion de neutralité selon l'âge du stimulus, pour chaque âge de participants. Aucune différence significative n'est observée, entre les visages âgés et les visages jeunes, chez les participants âgés [$t(30) = 0.04, p = .97$], ainsi que chez les participants jeunes [$t(30) = 0.52, p = .51$].

L'effet principal du groupe s'est avéré significatif pour la colère [$F(1,60) = 5.96, p = .02$]. Une tendance s'est également avérée pour l'effet principal du groupe de l'émotion de joie [$F(1,60) = 5.27, p = .03$]. Les autres effets principaux du groupe se sont avérés non significatifs : dégoût [$F(1,60) = .08, p = .78$], peur [$F(1,60) = .29, p = .60$] et tristesse [$F(1,60) = .64, p = .43$].

En résumé, un taux de bonnes réponses plus élevé chez les personnes âgées est observé lors de l'identification de la neutralité, mais seulement avec les stimuli jeunes. Toutefois, les jeunes adultes ont des performances supérieures aux personnes âgées lors de l'identification de l'émotion de colère.

Tableau 3

Taux de bonnes réponses des jeunes adultes et des personnes âgées par émotion et âge du visage durant la tâche du Mégamixte d'expressions faciales

Âge du stimulus	Émotion	Jeunes adultes	Personnes âgées
Âgé	Colère	.88 (.08)	.83 (.09)
Jeune		.90 (.05)	.87 (.09)
Âgé	Dégoût	.87 (.09)	.84 (.08)
Jeune		.83 (.05)	.84 (.09)
Âgé	Peur	.89 (.07)	.88 (.11)
Jeune		.83 (.06)	.85 (.09)
Âgé	Joie	.87 (.07)	.89 (.07)
Jeune		.81 (.07)	.84 (.07)
Âgé	Tristesse	.86 (.10)	.86 (.13)
Jeune		.84 (.08)	.80 (.11)
Âgé	Neutralité	.77 (.10)	.77 (.15)
Jeune		.67 (.12)	.77 (.15)

Note. L'écart-type est présenté entre parenthèses à côté de la moyenne.

Notons que les taux de bonnes réponses pourraient représenter un effet plafond pour certaines expressions faciales. Ainsi, l'analyse des seuils de sensibilité se révèle plus optimale afin de détecter des différences significatives.

3.2.1.2 Seuil de sensibilité

Afin de mesurer la sensibilité des participants à identifier une expression faciale, les seuils de sensibilité ont été trouvés pour chaque expression faciale, et ce séparément pour chaque âge de stimulus. Le seuil établi correspond à la proportion d'une expression faciale donnée nécessaire pour que le participant reconnaisse celle-ci dans au moins 66.7% (2/3) des essais. Pour trouver ces seuils, une courbe catégorielle a d'abord été établie pour chaque expression faciale, en calculant le pourcentage d'essais où l'expression était détectée lorsqu'elle était représentée avec chaque niveau de morphage (14/86, 26/74, 38/62, 50, 62/38, 74/26, 86/14). Ensuite, une gaussienne cumulée a été ajustée sur cette courbe catégorielle. Les paramètres de la gaussienne cumulée s'ajustant le mieux à la courbe catégorielle ont ensuite été utilisés pour calculer la proportion d'expression nécessaire pour atteindre le critère de 66.7% de détection.

Une analyse de variance mixte 2 (participants jeunes vs âgés) X 2 (stimulus jeune vs âgé) X 6 (joie, peur, dégoût, neutre, tristesse et colère) a été effectuée sur ces seuils de sensibilité afin d'évaluer l'influence de l'âge des participants sur la reconnaissance des expressions faciales lorsqu'elles sont exprimées par des visages jeunes et âgés. Les effets principaux de l'âge du stimulus [$F(1,60) = 30.88, p < .001; \eta^2_{partiel} = .34$] et de l'émotion [$F(5,300) = 56.84, p < .001; \eta^2_{partiel} = .49$] se sont avérés significatifs. L'effet principal de l'âge du participant ne s'est pas révélé significatif [$F(1,60) = .72, p = .40$] (voir Tableau 4).

L'interaction entre l'âge du participant et l'âge du stimulus s'est avérée non significative [$F(1,60) = .29, p = .87$]. Les interactions entre l'âge du participant et l'émotion [$F(5,300) = 3.82, p = .02; \eta^2_{partiel} = .06$] ainsi qu'entre l'âge du stimulus et l'émotion [$F(5,300) = 20.90, p < .001;$

$\eta^2_{partiel} = .26$] se sont révélées significatives. Toutefois, l'interaction triple entre l'âge du participant, l'âge du stimulus et l'émotion s'est révélée significative [$F(5,300) = 4.79, p = .002; \eta^2_{partiel} = .07$].

L'interaction triple a été décomposée en effectuant des analyses de variance mixte 2 (participants jeunes vs âgées) X 2 (stimulus jeune vs âgée) sur chaque expression séparément. L'interaction entre l'âge du participant et l'âge du stimulus s'est avérée significative pour l'expression de tristesse seulement [$F(1,60) = 5.95, p = .02; \eta^2_{partiel} = .09$]. Des tests-t pour échantillons indépendants, corrigés à l'aide de la correction de Bonferonni ($p = .03$), n'ont révélé aucune différence significative entre les deux groupes d'âge, ni lorsque le visage était âgé [$t(60) = -.88, p = .38$] ni lorsqu'il était jeune [$t(60) = 2.04, p = .05$]. Un test-t pour échantillons appariés a été réalisé afin d'observer si l'interaction significative s'explique par une différence significative entre le seuil de sensibilité pour l'émotion de tristesse selon l'âge du stimulus, pour chaque âge de participants. Une différence significative est observée, entre les visages âgés et les visages jeunes, chez les participants âgés [$t(30) = 3.77, p = .001, d = .69$]. Aucune différence n'est observée, entre les visages âgés et les visages jeunes, chez les participants jeunes pour l'émotion de tristesse [$t(30) = 1.27, p = .22$]. En effet, les personnes âgées ont un seuil de sensibilité plus faible avec des visages âgés comparativement à des visages jeunes pour l'émotion de tristesse.

L'effet principal du groupe s'est avéré significatif pour l'émotion de joie [$F(1,60) = 10.23, p < .01; \eta^2_{partiel} = .17$] et de dégoût [$F(1,60) = 5.35, p = .02; \eta^2_{partiel} = .08$], les personnes âgées étant plus sensibles que les jeunes adultes, ainsi que pour l'émotion de colère [$F(1,60) = 7.36, p < .01; \eta^2_{partiel} = .11$], les jeunes adultes étant plus sensibles. L'effet principal du groupe s'est avéré

non significatif pour les émotions de peur [$F(1,60) = .34, p = .56$] et de neutralité [$F(1,60) = 3.16, p = .08$].

En résumé, les personnes âgées ont un seuil de sensibilité plus faible que les jeunes adultes pour l'émotion de joie, de dégoût et ont un seuil de sensibilité plus élevé pour l'émotion de colère. Un effet de l'âge du stimulus est également observé, mais seulement pour l'émotion de tristesse. Plus précisément, les personnes âgées ont un seuil de sensibilité plus faible pour cette émotion, lorsqu'exprimée avec des visages âgés comparativement à des visages jeunes.

Tableau 4

Seuils de sensibilité en pourcentage des jeunes adultes et des personnes âgées par émotion et âge du visage durant la tâche du Mégamixte d'expressions faciales

Âge du stimulus	Émotion	Jeunes adultes	Personnes âgées
Âgé	Colère	51.11 (4.67)	53.20 (4.05)
Jeune		49.63 (4.18)	52.83 (5.77)
Âgé	Dégoût	53.92 (3.81)	53.44 (3.07)
Jeune		56.64 (3.44)	54.92 (4.05)
Âgé	Peur	48.90 (3.32)	48.77 (7.99)
Jeune		57.87 (3.32)	56.88 (4.18)
Âgé	Joie	52.83 (2.46)	51.35 (2.09)
Jeune		55.9 (4.30)	53.81 (2.95)
Âgé	Tristesse	52.46 (6.02)	50.49 (10.44)
Jeune		53.93 (4.67)	57.37 (8.11)
Âgé	Neutralité	61.06 (5.28)	60.20 (10.07)
Jeune		66.22 (5.53)	61.55 (7.86)

Note. L'écart-type est présenté entre parenthèses à côté de la moyenne.

3.2.3 Tâche des Bulles

Considérant que le taux de bonnes réponses est maintenu à 62.5 % chez tous les participants en manipulant le nombre de bulles pour chaque âge de stimuli et chaque émotion

séparément, cette dernière variable devient notre mesure de performance. Une analyse de variance mixte 2 (participants jeunes vs. âgés) X 2 (stimuli jeunes vs. âgés) X 4 (joie, peur, dégoût et colère) a été effectuée sur le nombre de bulles. Les effets principaux de l'âge du participant [$F(1,60) = 24.72, p < .001; \eta^2_{\text{partiel}} = .29$], de l'émotion [$F(3,180) = 69.81, p < .001; \eta^2_{\text{partiel}} = .54$] et de l'âge du stimulus [$F(1,60) = 44.20, p < .001; \eta^2_{\text{partiel}} = .42$] se sont révélés significatifs.

Les interactions entre l'âge du participant et l'âge du stimulus [$F(1,60) = .94, p < .34$], entre l'âge du stimulus et l'émotion [$F(3,180) = 2.36, p = .07$] ainsi qu'entre l'âge du participant, l'âge du stimulus et l'émotion [$F(3,180) = 1.26, p = .29$] se sont avérées non significatives.

Néanmoins une interaction entre l'âge du participant et l'émotion s'est avérée significative [$F(3,180) = 5.23, p < .01; \eta^2_{\text{partiel}} = .08$] (voir Tableau 5). Des tests-t pour échantillons indépendants, corrigés à l'aide de la correction de Bonferonni ($p = .01$), ont été réalisés afin d'observer s'il y avait une différence entre le nombre de bulles nécessaire chez les jeunes adultes et les personnes âgées pour identifier adéquatement chaque expression faciale séparément. Aucune différence significative n'est observée, entre les personnes âgées et les jeunes adultes, pour l'émotion de colère [$t(60) = -1.88, p = .07$]. Des différences significatives sont observées, entre les personnes âgées et les jeunes adultes, en ce qui a trait à l'émotion de dégoût [$t(60) = -4.72, p < .001, d = 1.20$], de peur [$t(60) = -3.94, p < .01, d = 1.00$] et de joie [$t(60) = -6.64, p < .01, d = .48$], les personnes âgées ayant besoin d'un nombre de bulles supérieur aux jeunes adultes.

En résumé, les personnes âgées ont besoin de significativement plus d'information faciale afin de maintenir une performance de 62.5% pour les émotions de dégoût, de peur et de joie comparativement aux jeunes adultes.

Tableau 5

Nombre de bulles des jeunes adultes et des personnes âgées par émotion à l'expérience de bulles

Émotion	Jeunes adultes	Personnes âgées
Colère	147.10 (94.42)	196.30 (111.55)
Dégoût	119.93 (47.92)	227.17 (117.08)
Peur	47.02 (20.85)	73.86 (31.63)
Joie	32.79 (10.72)	60.50 (20.62)

Note. L'écart-type est présenté entre parenthèses à côté de la moyenne.

3.3 Stratégies perceptives

3.3.1 Tâche de poursuite des mouvements oculaires

Dans les analyses subséquentes, trois sujets furent éliminés ; les sujets 48 (participant jeune) et 113 (participant âgé), car aucune donnée de fixations n'a été enregistrée, ainsi que le sujet 145 (participant âgé), car il présentait des données extrêmes dans la tâche de poursuite des mouvements oculaires lorsqu'analysé par région d'intérêt (différence à plus de 2 écarts-types des moyennes obtenues dans le groupe âgé).

3.3.1.1 Carte de fixations

Dans un premier temps, une méthode novatrice d'analyse des données de mouvements oculaires fut utilisée afin d'analyser les distributions de fixations des participants, c'est-à-dire la iMap toolbox version 4 (Caldara et Mielliet, 2011; Lao, Mielliet, Pernet, Sokhn, & Caldara, 2016), programmée pour Matlab. Cette méthode d'analyse se veut « *pixel-based* », c'est-à-dire qu'elle permet de comparer statistiquement la distribution des fixations sur les différents pixels d'une image entre plusieurs conditions expérimentales ou plusieurs groupes de participants.

Comparativement à la méthode des régions d'intérêt, laquelle est classiquement utilisée dans l'analyse des mouvements oculaires, la méthode proposée par iMap est *data-driven*, c'est-à-dire qu'elle ne nécessite pas que l'analyste prenne des décisions arbitraires concernant les régions d'une image qui doivent être incluses dans l'analyse. Par opposition, la méthode des régions d'intérêt nécessite que le chercheur définisse *à priori* quelles régions des images qu'il présente seront considérées dans l'analyse. Il doit aussi définir lui-même la forme et la taille de ces régions.

En utilisant iMap, des cartes représentant 1) la durée des fixations sur chaque pixel des visages ou 2) le nombre de fixations sur chaque pixel de l'image ont été créées séparément pour les deux groupes de participants, les deux groupes d'âge de stimuli, et les six expressions faciales. Des ANOVA suivies de bootstraps ont été effectuées afin d'évaluer l'effet de l'âge des participants, l'âge des stimuli, et l'émotion exprimée sur la distribution de la durée ou du nombre de fixations sur le visage. Les résultats indiquent qu'aucun des facteurs n'a influencé de manière significative les distributions de durée et de nombre de fixations.

3.3.1.2 Régions d'intérêt

Dans l'optique de vérifier si les résultats obtenus répliquent ceux retrouvés dans la documentation scientifique, des analyses par région d'intérêt ont été effectuées. Les régions utilisées dans le cadre de cet essai doctoral sont un rectangle de la région de la bouche, incluant l'ensemble de la bouche recouvrant les narines jusqu'au bas du menton, ainsi qu'un rectangle de la région des yeux, incluant l'ensemble des yeux recouvrant les sourcils jusqu'au pont du nez. La délimitation des régions d'intérêt se fonde sur les régions utilisées par Circelli et al. (2013), Murphy et Isaacowitz (2010) ainsi que Sullivan et al. (2007). En plus, pour chaque participant une moyenne des mesures (nombre de fixations ou durée de fixations) fut calculée pour chaque région d'intérêt, pour chaque émotion et chaque âge de stimuli afin de comparer nos résultats à ceux de Sullivan et al. (2007) ayant utilisé une procédure de présentation des stimuli similaires à celle du présent essai (c'est-à-dire sans limites de temps de présentation).

3.3.1.2.1 Nombre de fixations

Afin de vérifier l'influence de l'âge des participants sur le nombre de fixations de chaque région d'intérêt lors de la reconnaissance des expressions faciales exprimées par des visages jeunes et âgés, une analyse de variance mixte 2 (participants jeunes vs. âgés) X 2 (stimuli jeunes vs. âgés) X 2 (région des yeux vs. de la bouche) X 6 (joie, peur, dégoût, neutre, tristesse et colère) a été effectuée. Les effets principaux de l'âge du participant [$F(1,57) = 27.75, p < .001 ; \eta^2_{partiel} = .33$], de l'âge du stimulus [$F(1,57) = 56.21, p < .001 ; \eta^2_{partiel} = .50$], de l'émotion [$F(5,285) = 19.97, p < .001 ; \eta^2_{partiel} = .26$] et de la région d'intérêt [$F(1,57) = 6.84, p = .01 ; \eta^2_{partiel} = .11$] se sont révélés significatifs.

L'interaction quadruple entre l'émotion, l'âge du participant, l'âge du stimulus et la région d'intérêt [$F(5,285) = .72, p = .56$] et l'interaction triple entre l'émotion, l'âge du stimulus et la région d'intérêt [$F(5,285) = 1.03, p = .39$] se sont avérées non significatives.

L'interaction triple entre l'âge du stimulus, l'âge du participant et la région d'intérêt s'est révélée significative [$F(1,57) = 5.00, p < .05; \eta^2_{partiel} = .08$]. Une analyse de variance mixte 2 (participants jeunes vs âgés) X 2 (stimuli jeunes vs âgées) a été effectuée sur le nombre de fixations afin d'évaluer l'influence de l'âge des participants sur chaque région d'intérêt séparément lorsque les expressions faciales sont exprimées par des visages jeunes ou âgés. L'interaction entre l'âge du participant et l'âge du stimulus pour la région des yeux s'est avérée non significative [$F(1,57) = 0.00, p = .98$]. L'effet principal du groupe s'est toutefois avéré significatif pour cette région [$F(1,57) = 7.30, p = .009; \eta^2_{partiel} = .11$], indiquant un plus grand nombre de fixations pour les personnes âgées.

L'interaction entre l'âge du participant et l'âge du stimulus pour la région de la bouche s'est avérée significative [$F(1,57) = 5.55, p = .02; \eta^2_{partiel} = .09$]. Des tests-t pour échantillons indépendants, corrigés à l'aide de la correction de Bonferroni ($p < 0.03$), ont été réalisés afin d'observer s'il y avait une différence entre le nombre de fixations sur la région de la bouche des personnes âgées et des jeunes adultes lorsque les expressions faciales sont exprimées par des visages jeunes ou âgés. Des différences significatives sont observées, entre les personnes âgées et les jeunes adultes, pour le nombre de fixations sur la région de la bouche lorsque les expressions faciales étaient présentées sur des visages âgés [$t(57) = -4.54, p < .001, d = 1.17$] ou jeunes [$t(57) = -4.19, p < .001, d = 1.08$]. Un test-t pour échantillons appariés a été réalisé afin d'observer s'il y

avait une différence significative entre le nombre de fixations sur la région de la bouche selon l'âge du stimulus, pour chaque âge de participants. Des différences significatives sont observées, entre les visages âgés et les visages jeunes, pour la région de la bouche chez les participants jeunes [$t(29) = 5.58, p < .001, d = .42$] et âgés [$t(28) = 4.43, p < .001, d = .45$]. En effet, les jeunes adultes et les personnes âgées ont un nombre de fixations supérieur sur la région de la bouche lorsque les expressions faciales sont exprimées par des visages âgés [$M = 1.28, E.T. = 0.90; M = 3.22, E.T. = 2.16$, respectivement] comparativement à des visages jeunes [$M = 1.03, E.T. = .75; M = 2.66, E.T. = 1.99$, respectivement], et ce de manière significativement plus élevée pour les participants âgés.

L'interaction triple entre l'âge du stimulus, l'âge du participant et l'émotion s'est révélée significative [$F(5,285) = 3.22, p < .05; \eta^2_{\text{partiel}} = .05$] (voir Tableau 6). Une analyse de variance mixte 2 (participants jeunes vs âgés) X 2 (stimuli jeunes vs âgés) a été effectuée sur le nombre de fixations total afin d'évaluer l'influence de l'âge des participants pour chaque expression faciale présentée séparément, lorsqu'exprimée par des visages jeunes et âgés. Pour ce faire, les deux régions d'intérêt ont été additionnées afin de créer un nombre de fixations total indépendant de la région d'intérêt pour chaque âge de stimulus. Les interactions entre l'âge du participant et l'âge du stimulus pour les émotions de joie [$F(1,57) = 0.22, p = .64$], de peur [$F(1,57) = 1.09, p = .30$] et de tristesse [$F(1,57) = 0.01, p = .92$] se sont révélées non significatives. L'effet principal du groupe s'est toutefois avéré significatif pour ces émotions : peur [$F(1,57) = 17.73, p < .001; \eta^2_{\text{partiel}} = .24$]; joie [$F(1,57) = 21.53, p < .001; \eta^2_{\text{partiel}} = .27$]; tristesse [$F(1,57) = 20.29, p < .001; \eta^2_{\text{partiel}} = .26$].

Les interactions entre l'âge du participant et l'âge du stimulus pour les émotions de colère [$F(1,57) = 10.26, p = .002; \eta^2_{partiel} = .15$], de dégoût [$F(1,57) = 4.02, p = .05; \eta^2_{partiel} = .07$] et de neutralité [$F(1,57) = 6.32, p = .02; \eta^2_{partiel} = .10$] se sont révélées significatives. Des tests-t pour échantillons indépendants, corrigés à l'aide de la correction de Bonferonni ($p = .008$), ont été réalisés afin d'observer s'il y avait une différence entre le nombre de fixations des personnes âgées et des jeunes adultes lors de la reconnaissance des expressions faciales de colère, de dégoût et de neutralité, lorsqu'exprimés sur des visages jeunes ou âgés. Des différences significatives sont observées, entre les personnes âgées et les jeunes adultes, pour l'émotion de colère lorsqu'exprimées sur des visages jeunes [$t(57) = -4.43, p < .001 ; d = 1.15$] et âgés [$t(57) = -4.49, p < .001 ; d = 1.17$], pour l'émotion de dégoût, lorsqu'exprimée sur des visages jeunes [$t(57) = -5.74, p < .001 ; d = 1.49$] et âgés [$t(57) = -5.94, p < .001 ; d = 1.54$] ainsi que pour l'émotion de neutralité, lorsqu'exprimée sur des visages jeunes [$t(57) = -4.98, p < .001 ; d = 1.29$] et âgés [$t(57) = -4.41, p < .001 ; d = 1.14$]. Un test-t pour échantillons appariés a été réalisé afin d'observer s'il y avait une différence significative entre le nombre de fixations avec des visages jeunes et âgés pour chaque âge de participants lors de la reconnaissance des expressions faciales de colères, de dégoût et de neutralité. Des différences significatives sont observées, entre les stimuli âgés et les stimuli jeunes, chez les participants jeunes pour l'émotion de colère [$t(29) = -5.48, p < .001, d = -1.42$], de dégoût [$t(29) = -2.98, p = .006, d = -0.57$] et de neutralité [$t(29) = -4.59, p < .001, d = -1.38$]. Des différences significatives sont également observées, entre les stimuli âgés et les stimuli jeunes, chez les participants âgés pour l'émotion de colère [$t(28) = -10.94, p < .001, d = -2.93$], de dégoût [$t(28) = -3.85, p = .001, d = -0.75$] et de neutralité [$t(28) = -4.47, p < .001, d = -1.51$]. En effet, les jeunes adultes et les personnes âgées ont un nombre de fixations supérieur sur des visages âgés comparativement aux visages jeunes pour les émotions de

colère, de dégoût ainsi que de neutralité, et ce de manière significativement plus élevée pour les participants âgés.

En résumé, les personnes âgées ont un nombre de fixations total supérieur aux jeunes adultes lors de l'identification de l'émotion de peur, dégoût, neutralité, colère, joie et tristesse. Cette supériorité du nombre de fixations total est également présente lors de l'analyse sur les stimuli âgés et jeunes séparément exprimant les émotions de colère, de dégoût et de neutralité, et ce de manière significativement plus élevée pour les visages âgés. En plus, l'analyse par région d'intérêt relève que les personnes âgées ont un nombre de fixations plus élevé sur la région des yeux et de la bouche, indépendamment de l'âge du stimulus. Plus précisément, un nombre de fixations plus élevé sur la région de la bouche avec des visages âgés comparativement à des visages jeunes est observé chez les deux groupes de participants, mais ce de manière significativement plus élevée pour les participants âgés (effet qui n'est pas observé sur la région des yeux seulement).

Tableau 6

Nombre de fixations des jeunes adultes et des personnes âgées par âge du stimulus et par émotion, à l'expérience de poursuite des mouvements oculaires

Âge du stimulus	Émotion	Jeunes adultes	Personnes âgées
Âgé	Colère	3.40 (2.09)	6.42 (3.01)
Jeune		2.07 (1.12)	4.05 (2.16)
Âgé	Dégoût	2.29 (1.26)	4.89 (2.02)
Jeune		1.95 (1.06)	4.07 (1.71)
Âgé	Peur	2.01 (1.14)	5.42 (3.73)
Jeune		2.11 (1.27)	6.08 (5.78)
Âgé	Joie	1.52 (0.66)	2.80 (1.43)
Jeune		1.38 (.61)	2.61 (1.31)
Âgé	Neutralité	2.30 (1.56)	5.25 (3.30)
Jeune		1.73 (1.02)	3.85 (2.08)
Âgé	Tristesse	3.27 (2.29)	6.01 (3.10)
Jeune		2.26 (1.22)	4.96 (2.83)

Note. L'écart-type est présenté entre parenthèses à côté de la moyenne.

3.3.1.2.2 Durée de fixations

Afin de vérifier l'influence de l'âge des participants sur la durée de fixations pour chaque région d'intérêt lors de la reconnaissance des expressions faciales exprimées par des visages jeunes et âgés, une analyse de variance mixte 2 (participants jeunes vs. âgés) X 2 (stimuli jeunes

vs. âgés) X 2 (région des yeux vs. de la bouche) X 6 (joie, peur, dégoût, neutre, tristesse et colère) a été effectuée. Les effets principaux de l'âge du participant [$F(1,57) = 12.93, p = .001 ; \eta^2_{partiel} = .32$], de l'âge du stimulus [$F(1,57) = 4.21, p < .05 ; \eta^2_{partiel} = .07$] et de l'émotion [$F(5,285) = 4.42, p < .05; \eta^2_{partiel} = .07$] se sont avérés significatifs. L'effet principal de la région d'intérêt s'est révélé non significatif [$F(1,57) = 3.18, p = .08$].

L'interaction quadruple entre l'émotion, l'âge du participant, l'âge du stimulus et la région d'intérêt [$F(5,285) = .17, p = .73$] et les interactions triples entre l'âge du stimulus, l'âge du participant et la région d'intérêt [$F(1,57) = .54, p = .47$], entre l'émotion, l'âge du participant et la région d'intérêt [$F(5,285) = .39, p = .60$], entre l'émotion, l'âge du stimulus et la région d'intérêt [$F(5,285) = .15, p = .75$] et entre l'âge du stimulus, l'âge du participant et l'émotion [$F(5,285) = 2.40, p = .11$] se sont révélées non significatives. Les interactions doubles avec le facteur de région d'intérêt se sont avérées non significatives : entre l'âge du participant et la région d'intérêt [$F(1,57) = 3.23, p = .08$], entre l'âge du stimulus et la région d'intérêt [$F(1,57) = .25, p = .62$] et entre l'émotion et la région d'intérêt [$F(5,285) = .31, p = .65$]. L'interaction entre l'âge du participant et l'âge du stimulus s'est avérée non significative [$F(1,57) = .37, p = .55$].

L'interaction entre l'âge du participant et l'émotion s'est avérée significative [$F(5,285) = 3.63, p < .05; \eta^2_{partiel} = .06$] (voir Tableau 7). Des tests-t pour échantillons indépendants, corrigés à l'aide de la correction de Bonferroni ($p = .008$), ont été réalisés sur la durée de fixations totale (régions des yeux et de la bouche combinées) afin d'observer s'il y avait une différence entre les personnes âgées et les jeunes adultes pour chaque expression faciale séparément. Aucune différence significative n'est observée entre les personnes âgées et les jeunes adultes pour l'émotion de peur [$t(57) = -2.46, p = .02$]. Des différences significatives sont observées entre les

personnes âgées et les jeunes adultes pour les émotions de colère [$t(57) = -3.73, p < .001, d = .97$], de dégoût [$t(57) = -4.58, p < .001, d = 1.18$], de joie [$t(57) = -3.53, p = .001, d = .91$], de neutralité [$t(57) = -3.13, p = .003, d = .81$] et de tristesse [$t(57) = -3.22, p = .002, d = .83$]. En effet, les personnes âgées ont une durée de fixations totale supérieure aux jeunes adultes pour l'émotion de colère, de dégoût, de joie, de neutralité et de tristesse.

Tableau 7

Durée de fixation des jeunes adultes et des personnes âgées à l'expérience de poursuite des mouvements oculaires pour chaque expression faciale

Émotion	Jeunes adultes	Personnes âgées
Colère	.18 (.22)	.61 (.58)
Dégoût	.09 (.09)	.43 (.39)
Peur	.09 (.10)	1.26 (2.60)
Joie	.04 (.02)	.15 (.18)
Neutralité	.08 (.15)	.49 (.70)
Tristesse	.18 (.25)	.72 (.89)

Note. L'écart-type est présenté entre parenthèses à côté de la moyenne.

L'interaction entre l'âge du stimulus et l'émotion s'est avérée significative [$F(5,285) = 3.94, p < .05; \eta^2_{partiel} = .07$]. Des tests-t pour échantillons appariés, corrigés à l'aide de la correction de Bonferonni ($p = .008$), ont été réalisés sur la durée de fixations totale (régions des yeux et de la bouche combinées) afin d'observer s'il y avait une différence entre l'utilisation de visages jeunes et âgés pour chaque expression faciale séparément. Aucune différence

significative n'est observée entre l'utilisation de visages âgés et jeunes pour l'émotion de dégoût [$t(58) = -2.42, p = .02$], de peur [$t(58) = 1.30, p = .20$], de joie [$t(58) = -1.23, p = .23$] et de tristesse [$t(58) = -1.95, p = .06$]. Des différences significatives sont observées entre l'utilisation de visages âgés et jeunes pour l'émotion de colère [$t(58) = -5.80, p < .001, d = .34$] et de neutralité [$t(58) = -2.93, p = .005, d = .68$]. En effet, les participants ont une durée de fixations supérieure sur des visages âgés comparativement à des visages jeunes pour l'émotion de colère [$M = .57, E.T. = .72; M = .20, E.T. = .27$, respectivement] et de neutralité [$M = .39, E.T. = .80; M = .18, E.T. = .04$, respectivement].

En résumé, les personnes âgées ont une durée de fixations totale supérieure aux jeunes adultes lors de l'identification de l'émotion de dégoût, de neutralité, de colère, de joie et de tristesse. En plus, l'ensemble des participants a une durée de fixations supérieure avec des visages âgés comparativement aux visages jeunes lors de l'identification de l'émotion de colère et de neutralité.

3.3.2 Tâche des Bulles

3.3.2.1 Images de classification

Afin de vérifier si l'âge des participants influence les stratégies perceptives utilisées lors de la catégorisation d'expressions faciales, des images de classifications (ICs) ont été effectuées indépendamment pour chaque participant, chaque expression faciale, chaque âge de stimuli et chaque bande de fréquences spatiales. Les étapes de l'analyse sont les suivantes : En premier, le vecteur de bonnes réponses a été transformé en score Z en utilisant l'exactitude moyenne et

l'écart-type des exactitudes de chaque participant dans chaque condition séparément. Une somme pondérée des masques de bulles présentés à chaque essai a ensuite été effectuée, en utilisant l'exactitude transformée en score Z comme poids. La résultante de cette somme pondérée a ensuite été convoluée avec une gaussienne dont la largeur à mi-hauteur (*Full Width at Half Maximum*, ou FWHM) variait en fonction de la bande de fréquence spatiale de l'IC (même FWHM que durant l'expérience ; voir méthode). Les valeurs à l'intérieur de ces ICs étaient ensuite transformées en scores Z en utilisant la moyenne et l'écart-type de l'hypothèse nulle, lesquels étaient trouvés à l'aide d'une méthode de permutation (c'est-à-dire la même analyse exactement où le vecteur de bonnes réponses était randomisé à priori). Finalement, une IC de groupe était produite en additionnant les ICs individuelles des participants d'un même groupe d'âge, puis en divisant la résultante par la racine carrée du nombre de participants dans le groupe. Pour révéler les pixels significativement corrélés avec la performance, de même que les pixels dont l'utilisation diffère significativement entre les deux groupes d'âge, des seuils statistiques ont été trouvés en utilisant le Clusteur test de la Stat4Ci toolbox (Chauvin, Worsley, Schyns, Arguin, & Gosselin, 2005), programmée pour Matlab. La figure 9 montre quelles régions étaient utilisées par les participants de chaque groupe avec les différents types de stimuli. Des informations visuelles significatives sont révélées pour les jeunes adultes et les personnes âgées avec l'utilisation de visages âgés et jeunes. Toutefois, aucune différence significative n'est observée entre l'information visuelle des participants jeunes et âgés. D'ailleurs, tel que l'illustre la figure 9, les participants âgés et jeunes semblent utiliser approximativement les mêmes traits faciaux, dans les mêmes bandes de fréquences spatiales, pour catégoriser les quatre expressions faciales (utilisation de la région de la bouche pour l'émotion de joie et de dégoût ; utilisation de la région des yeux pour l'émotion de colère et de peur).

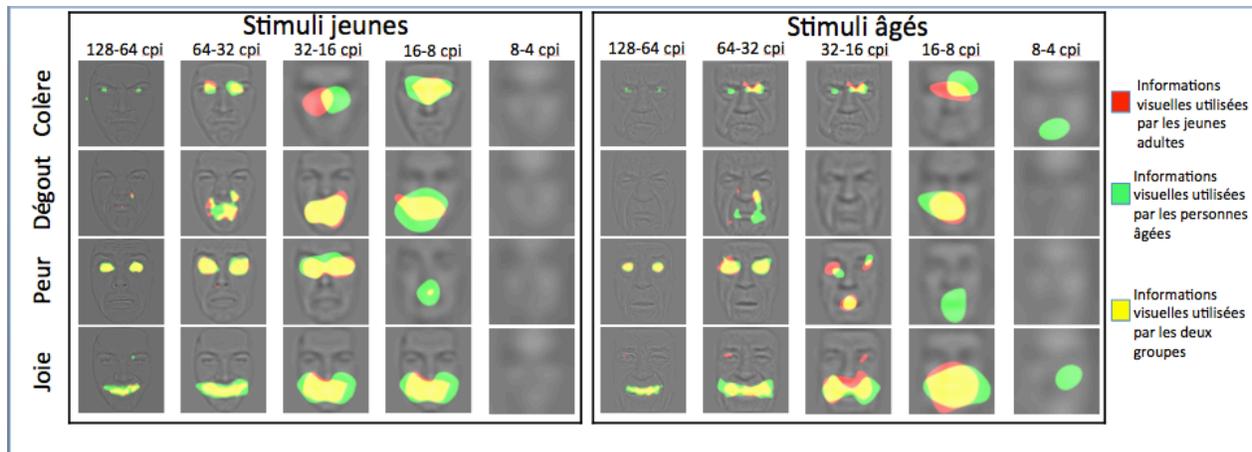


Figure 9 : Images de classification pour chaque bande de fréquences spatiales, chaque émotion et chaque âge de stimuli. Les régions colorées, $p < .05$: le rouge illustre l'information visuelle utilisée par les jeunes adultes, le vert illustre l'information visuelle utilisée par les personnes âgées et le jaune illustre l'information visuelle utilisée par les deux groupes d'âge.

3.3.2.1.1 ICs pondérées selon l'habileté des participants à catégoriser les expressions faciales

Les résultats des participants âgés aux tâches de performance révèlent une variabilité des résultats plus importante que celles des jeunes adultes. Dans l'optique de mesurer cette variabilité, des moyennes de performance globale et leurs écarts-types pour chaque tâche indépendamment de l'expression faciale et de l'âge du stimulus furent effectués (voir Tableau 8). Les résultats montrent que pour chaque tâche un écart-type plus élevé pour le groupe des personnes âgées comparativement à celui des jeunes adultes est observé. Cette observation suggère que les participants âgés constituent un groupe plus hétérogène que celui des jeunes adultes.

Tableau 8

Écart-type des moyennes de performance globale des jeunes adultes et des personnes âgées par tâche de performance

Tâche	Jeunes adultes	Personnes âgées
Poursuite oculaire	.02	.05
Mégamixte performance	.05	.06
Mégamixte seuil	.17	.24
Bulles	30.36	50.70

Considérant la variabilité des performances, il est possible de postuler que les meilleurs participants du groupe de personnes âgées ont un poids plus important dans la création des ICs et ainsi permettraient d'expliquer l'absence de différence entre les deux groupes. Dans l'optique de vérifier si les traits faciaux utilisés par les participants se modulent selon leur performance, des ICs ont été effectués pour chaque participant, chaque expression faciale, chaque âge de stimuli et chaque bande de fréquences spatiales en pondérant pour la performance globale de chaque participant, obtenu à l'aide des stimuli d'expressions faciales pures. Plus spécifiquement, une somme pondérée des ICs individuelles décrites dans la section précédente a été calculée, en utilisant les habiletés de chaque participant (c'est-à-dire taux de bonnes réponses obtenu dans la tâche de poursuite des mouvements oculaires), transformées en score Z, comme poids. Une région très utilisée par les participants habiles, mais moins utilisée par les participants peu habiles, pourrait être révélée à l'aide de cette analyse. La figure 10 illustre les ICs produites à l'aide de cette procédure. Tout comme dans l'analyse précédente, le seuil statistique a été trouvé à

l'aide du Clusteur test de la Stat4CI. Les résultats indiquent une modulation de la stratégie perceptive en fonction de l'habileté chez les participants âgés, mais pas chez les participants jeunes.

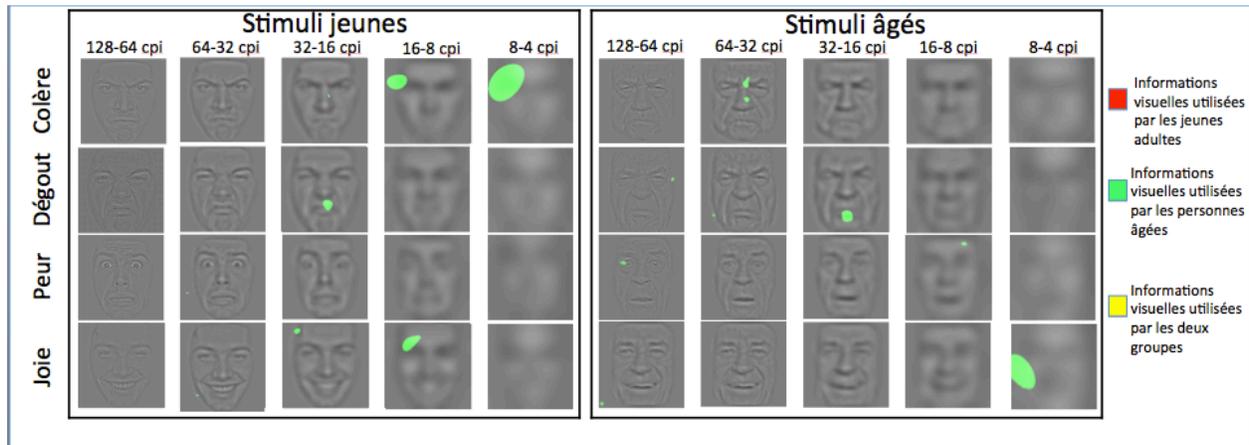


Figure 10 : Images de classification pour chaque fréquence spatiale, chaque émotion et chaque âge de stimuli. Les régions colorées illustrent l'information visuelle utilisée par les participants habiles, mais peu utilisée par les participants peu habiles, $p < .05$: le rouge pour les jeunes adultes, le vert pour les personnes âgées et le jaune pour les deux groupes.

En résumé, des informations visuelles significatives sont révélées, lors de l'identification des émotions exprimées sur des visages jeunes et âgés, chez les jeunes adultes et les personnes âgées. Ces informations visuelles sont influencées par la performance seulement chez les participants âgés pouvant expliquer l'absence de différence significative entre l'information visuelle utilisée par les participants jeunes et âgés.

CHAPITRE IV

DISCUSSION

4.1 Retour sur les objectifs

L'objectif général de cet essai doctoral était de mieux comprendre les changements de performance en reconnaissance d'expressions des émotions faciales fréquemment observés chez les personnes âgées. Plus spécifiquement, nous nous sommes concentrés sur les stratégies perceptives utilisées par les personnes âgées lors du décodage des signaux contenus dans les visages jeunes et âgés exprimant des émotions. Selon la documentation scientifique revue en introduction, l'atteinte la plus fréquemment rapportée est une diminution, avec l'avancement en âge, de la performance à reconnaître des expressions faciales négatives lorsque celles-ci sont évaluées avec des stimuli de jeunes adultes. Puisque certaines études suggèrent une amélioration de la reconnaissance des expressions faciales chez les personnes âgées lorsque des stimuli âgés sont utilisés, en comparaison avec leur propre performance, nous avons tout au long du présent essai doctoral, inclus également des visages âgés. Cela nous a permis de voir si les patrons de performance ainsi que les stratégies perceptives étaient modulés par l'âge des stimuli.

Le premier objectif du présent essai doctoral était de vérifier si nous observons chez notre cohorte de participants âgés la présence de déficits en reconnaissance de colère, de tristesse et de peur, telle qu'observée dans les autres études présentées en introduction. Pour ce faire, la performance de personnes âgées de plus de 65 ans en reconnaissance d'expressions faciales d'émotion a été comparée avec celle de participants jeunes adultes dans trois mesures expérimentales incluant des stimuli de visages jeunes et âgés. Ce premier objectif était important,

car nous devons nous assurer que nous répliquions la documentation scientifique en ce qui a trait à la performance avant d'entreprendre le deuxième objectif, soit de vérifier si une cause perceptive pouvait expliquer les déficits. Pour répondre à ce deuxième objectif, nous avons enregistré les mouvements oculaires lors d'une tâche de reconnaissance d'expressions faciales et demandé à nos participants de faire une tâche où l'information utilisée était objectivée à l'aide de la méthode des Bulles.

4.2 Retour sur les résultats

Compte tenu des données rapportées dans la littérature, deux hypothèses avaient été proposées en lien avec le premier objectif. Premièrement, l'avancement en âge diminuerait la capacité à identifier les expressions de colère, de tristesse et de peur, ce qui fut le cas. Nos résultats montrent tout d'abord la présence de performances plus faible chez les personnes âgées pour l'émotion de peur, de dégoût, de neutralité avec les deux âges de visages et pour l'émotion de tristesse seulement avec des visages jeunes lors de la présentation des stimuli à leur apex (c'est-à-dire dans la *Tâche de poursuite des mouvements oculaires*). En plus, elles ont besoin d'une plus grande quantité d'information visuelle pour identifier les émotions de peur, de dégoût et de joie à l'apex (c'est-à-dire dans la *Tâche des bulles*). Lors de la présentation d'une combinaison de deux expressions faciales mélangées par morphage (c'est-à-dire dans la *Tâche du Mégamixte d'expressions faciales*), les personnes âgées présentent une performance inférieure aux jeunes adultes pour l'émotion de colère (taux de bonnes réponses plus faible et seuil de sensibilité plus élevé). Par contre, avec ces mêmes stimuli, les personnes âgées ont un seuil de sensibilité plus faible que les jeunes adultes pour l'émotion de joie et de dégoût. Notre deuxième hypothèse proposait que ces performances soient modulées par l'utilisation de stimuli appartenant

au même groupe d'âge que les participants, ce qui ne fut cependant pas observé. La seule indication d'une amélioration de performance avec des stimuli âgés fut l'observation de seuils de sensibilités plus faibles chez les personnes âgées pour l'émotion de tristesse.

Sur le plan des stratégies perceptives, deux hypothèses avaient également été proposées en lien avec le deuxième objectif. Premièrement, la reconnaissance des émotions négatives nécessitant un traitement préférentiel de la région des yeux (la peur, la tristesse et la colère) serait associée à un biais de fixations plus élevé vers la région de la bouche chez les personnes âgées comparativement aux jeunes adultes. Un tel biais a été observé lorsque la technique d'analyse utilisée était la même que celle rapportée dans la littérature. Toutefois, une technique d'analyse plus rigoureuse n'a pas permis de confirmer la présence de ce biais. Notre deuxième hypothèse suggérait que les personnes âgées utiliseraient davantage les basses fréquences spatiales, ce qui ne fut pas confirmé. En effet, nos résultats ne permettent pas d'objectiver une différence entre les deux groupes d'âge au niveau des informations visuelles utilisées (c'est-à-dire les régions faciales et les fréquences spatiales utilisées) lors du traitement des expressions faciales. Toutefois, les différences individuelles au niveau de l'habileté des personnes âgées à reconnaître les émotions faciales semblent moduler les informations visuelles utilisées lors du traitement des expressions faciales.

4.3 Intégration des résultats dans la documentation scientifique

4.3.1 Objectif 1 : Déclin de la reconnaissance des expressions faciales chez la personne âgée ?

Globalement, nos résultats appuient l'hypothèse d'un déclin de la reconnaissance de l'émotion de colère, de tristesse et de peur sur des stimuli faciaux jeunes chez les personnes âgées. Par contre, l'observation d'une diminution de la capacité à reconnaître l'expression de dégoût et de joie dans les tâches avec des stimuli purs n'est pas congruente avec les études précédentes, qui ont révélé une performance supérieure chez les personnes âgées avec ces émotions (Circelli et al., 2013 ; Wong et al., 2005 et Moreno, Borod, Welkowitz, & Alpert., 1993, respectivement). Notons toutefois que les émotions de joie et de dégoût ne sont pas systématiquement mieux reconnues chez les personnes âgées (Murphy & Isaacowitz, 2010 ; Wong et al., 2005 et Calder et al., 2003 ; Ruffman et al., 2008, Sullivan et al., 2007, respectivement). Par ailleurs, lors de la présentation de combinaison d'émotions, nos résultats révèlent des seuils de sensibilité plus faibles avec les émotions de dégoût et de joie, ce qui concorde avec l'observation d'une meilleure performance avec ces émotions dans certaines études (Calder et al., 2003 ; Horning et al., 2012 ; West et al., 2012). Mentionnons qu'à notre connaissance, il s'agit de la première étude qui s'intéresse à l'analyse des seuils de sensibilité en contexte de reconnaissance des expressions faciales auprès de personnes âgées.

La différence des patrons obtenus dans nos résultats selon que les expressions faciales étaient pures ou mélangées illustre bien la variabilité des performances en reconnaissance des expressions faciales déjà observées dans les études antérieures. Clairement, cette variabilité peut,

au moins en partie, s'expliquer par des différences méthodologiques entre les études (c'est-à-dire différences de stimuli ou de tâches), car dans la présente étude, le patron de performance varie en fonction de la tâche et des stimuli et ce, chez les mêmes participants. Nous proposons de discuter, dans la prochaine section, de la possible influence de l'âge des stimuli comme explication à la diminution et à la variété des performances chez les personnes âgées, mais également de l'influence de la méthode de présentation des stimuli en fonction de la tâche expérimentale.

4.3.1.1 Influence de l'âge des stimuli sur la performance.

Notre deuxième hypothèse, basée sur la théorie du «Own-Age Bias», stipulait que l'âge des stimuli modulerait la performance en reconnaissance des expressions faciales. Afin d'examiner l'influence de l'âge des stimuli lors de la reconnaissance des expressions faciales, des analyses ont été effectuées en incluant ce facteur dans chaque mesure de performance. Les résultats indiquent que l'effet de l'âge varie selon les tâches. Toutefois, cet effet ne permet pas aux personnes âgées d'obtenir des performances équivalentes aux jeunes adultes lors de l'utilisation de stimuli jeunes. En effet, lors de la présentation des stimuli à leur apex (c'est-à-dire dans la *Tâche de poursuite des mouvements oculaires*), un effet de l'âge des stimuli est observé chez les participants jeunes, mais seulement avec les émotions de tristesse et de dégoût : plus précisément, leur performance est inférieure lorsque ces deux émotions sont exprimées par des visages âgés. Chez les personnes âgées, un effet de l'âge des stimuli est observé seulement avec l'émotion de dégoût : toutefois, cet effet va dans le même sens que celui observé chez les participants jeunes, c'est-à-dire que la performance est inférieure lorsque cette émotion est exprimée par des visages âgés. Dans une tâche qui utilise des stimuli composés d'une combinaison d'émotions (c'est-à-dire dans la *Tâche du Mégamixte d'expressions faciales*), les

personnes âgées ont obtenu un seuil de sensibilité inférieur lors de l'identification de l'émotion de tristesse sur des visages âgés comparativement aux visages jeunes, sans toutefois atteindre un seuil significativement inférieur aux jeunes adultes.

Ces résultats infirment notre hypothèse proposant que la performance des participants âgés soit supérieure avec des stimuli faciaux du même groupe d'âge qu'eux. Ils sont néanmoins congruents avec les données de la documentation scientifique. En effet, il a été démontré que l'utilisation de stimuli âgés ne permet pas aux participants âgés d'atteindre un seuil de performance supérieur à celui des jeunes adultes, bien qu'une amélioration par rapport à leur performance soit parfois relevée (Ebner & Johnson, 2009 ; Ebner, He, Johnson, 2011; Ebner et al., 2013 ; Riediger et al., 2014). Plus spécifiquement, Ebner et al. (2011) ont montré que les émotions de colère, de peur, de dégoût, de tristesse et de neutralité à l'apex sont plus facilement identifiées lorsqu'exprimées par des stimuli de visages jeunes comparativement à des stimuli de visages âgés, et cela indépendamment de l'âge du participant. Certains auteurs expliquent cette supériorité pour les stimuli de visages jeunes par les changements morphologiques qui accompagnent l'avancement en âge. Les émotions faciales exprimées sur des visages de personnes âgées seraient en fait moins intenses et donc plus difficilement distinguables que celles observées avec des visages de jeunes adultes (Hess et al., 2012). Cette explication conforte nos résultats obtenus avec des stimuli à l'apex.

Il est ainsi possible de proposer que lors de la présentation d'un mélange d'émotions par morphage, les expressions faciales présentées sur des stimuli jeunes deviennent également moins intenses (plus ambiguës) ce qui expliquerait l'absence de supériorité pour les visages jeunes. De plus, Hess et al. (2012) ont également proposé un biais de réponse positive (soit un choix

préférentiel) pour l'émotion de tristesse chez les visages âgés comme résultante des configurations morphologiques différentes. Ces données pourraient être un facteur explicatif des seuils de sensibilité plus faibles pour l'émotion de tristesse sur le visage âgé, obtenu dans le présent essai. Lors de la discrimination entre les expressions faciales présentées en combinaison d'émotions sur des visages âgés, ce biais de réponse aurait pu entraîner une identification plus rapide de l'émotion de tristesse sur chaque continuum impliquant cette émotion. Une analyse des biais de réponses chez les participants âgés pourrait permettre de confirmer cette proposition, ce qui dépasse néanmoins les objectifs du présent essai doctoral.

Toutefois, l'âge des stimuli ne permet pas d'expliquer la divergence soulevée entre la performance lors de la reconnaissance de l'émotion de dégoût à l'apex dans le présent essai (diminution) et les performances relevées dans la littérature scientifique (amélioration ou absence de différences). Mentionnons que la décision d'inclure des visages âgés dans le présent essai doctoral a influencé le choix de la banque de stimuli utilisée comparativement à ce qui est retrouvé dans la littérature. Afin de mieux comprendre ce changement de patron de performances, une vérification des propriétés de la banque de stimuli utilisée est proposée.

À notre connaissance, un seul groupe de chercheurs a utilisé la même banque de stimuli que celle utilisée dans le présent essai (c'est-à-dire FACES) afin de comparer la performance de participants jeunes et âgés en reconnaissance d'émotions. Au contraire, dans la majorité des études abordées précédemment, les performances étaient mesurées à l'aide de la banque de stimuli *Picture of Facial Affect* (PoFa, Ekman, 1993). Lors de la validation de l'ensemble des visages de la banque de données FACES, une performance plus faible a été révélée chez les personnes âgées lors de l'identification des émotions de dégoût, de colère et de tristesse (Ebner et

al., 2010). Le déficit de performance observé dans le présent essai avec l'émotion de dégoût à son apex est donc congruent avec les résultats de l'étude de validation des stimuli. Ainsi, il semble que les résultats obtenus dans la littérature concernant la performance des personnes âgées en reconnaissance de dégoût à l'apex dépendent en partie de la banque de visages utilisée. Pourtant, lors de la création de la banque de données FACES, Ebner et al. (2010) rapportent avoir utilisé les mêmes critères de classification que ceux utilisés lors de la création de la banque de données d'Ekman (Picture of Facial Affect, PoFa en 1993), c'est-à-dire des critères basés sur le manuel de codification d'Ekman et Friesen (2003). Il serait intéressant dans le futur de comparer directement, au sein d'un même échantillon de participant, la performance à reconnaître les différentes expressions avec ces deux banques de visages. En effet, à la lumière de nos résultats, il devient important de développer une meilleure compréhension des propriétés des différentes banques de visages disponibles afin de pouvoir interpréter convenablement les patrons de performance des personnes âgées.

En somme, ces constatations nous amènent à proposer d'user de prudence dans la comparaison des patrons de performance obtenus à travers les études. En effet, les divergences observées à travers les différentes études, incluant la nôtre, peuvent être en partie expliquées par l'âge des stimuli et la banque de stimuli utilisés dans les tâches expérimentales. Toutefois, la banque de visages n'est pas en elle-même suffisante pour expliquer la variabilité des performances observées puisque, dans le cadre du présent essai doctoral, les mêmes participants ont effectué l'ensemble des tâches avec des visages provenant de la même banque de stimuli. Nous proposons que la nature de la tâche influence également les patrons de performance observés.

4.3.1.2 Influence des différentes tâches ; stimuli à l'apex vs combinaison d'émotions.

Nos résultats indiquent des différences entre les performances objectivées à l'aide de stimuli présentés à l'apex et celles mesurées à l'aide de stimuli composés de mélanges d'émotions. À notre connaissance, une seule recherche a mesuré la reconnaissance des expressions faciales chez les personnes âgées en utilisant une méthodologie impliquant à la fois des stimuli à l'apex et des stimuli composés d'un mélange d'émotions (Calder et al., 2003). Cette étude a mené à l'observation de performances plus faibles chez le groupe âgé pour l'émotion de peur et de colère lors de l'utilisation de stimuli à l'apex, tandis que des différences pour l'émotion de peur (diminution) et de dégoût (amélioration) ont été relevées avec les stimuli présentant des combinaisons d'émotions. Ces résultats sont compatibles avec l'observation, dans le présent essai, de patrons de performances différents selon que les stimuli soient présentés à l'apex ou soient composés d'un mélange d'émotions. D'ailleurs, il convient de souligner que la majorité des études ayant observé de meilleures performances chez la personne âgée lors de la reconnaissance de l'émotion de dégoût employait une méthodologie impliquant des stimuli ambigus (Calder et al., 2003 ; Horning et al., 2012 ; West et al., 2012).

4.3.2 Objectif 2 : Vérifier les stratégies perceptives utilisées lors du traitement des expressions faciales

4.3.2.1 Poursuite des mouvements oculaires : biais vers la région de la bouche ?

À notre connaissance, il s'agit de la première étude ayant analysé les patrons de fixations oculaires chez des personnes âgées à l'aide de la méthode proposée par iMap, qui est *data-driven*

(c'est-à-dire qui évite le biais de l'expérimentateur dans la sélection à priori de régions d'intérêt). Cette méthode permet de comparer la durée ou le nombre de fixations émis sur chaque pixel du stimulus à l'aide d'une proportion sur la durée totale ou le nombre total de fixations. De ce fait, les proportions obtenues pour chaque pixel sont comparées entre les groupes d'âge, contrôlant ainsi l'effet du temps de réaction et, par le fait même, l'effet du temps de présentation. De plus, puisque l'analyse se fait pixel par pixel, elle ne nécessite pas la sélection *à priori* de régions d'intérêt, sélection qui se fait inévitablement sur la base de critères arbitraires et qui peut grandement influencer les résultats. Les résultats obtenus à l'aide de cette technique d'analyse plus rigoureuse n'indiquaient aucune différence entre nos deux groupes d'âge et ne supportent pas l'hypothèse d'un biais de fixation vers la région de la bouche. Notons que ce résultat suggère que les différences entre les études basées sur des analyses par régions d'intérêt sont probablement grandement influencées par des variations arbitraires dans la sélection des régions d'intérêts et de leurs propriétés (ex. taille, forme, etc.) ainsi que par le temps de présentation total des stimuli.

Afin de comparer nos résultats à ceux observés dans la documentation scientifique, des analyses par région d'intérêt basé sur les techniques de Circelli et al. (2013), Murphy et Isaacowitz (2010) ainsi que Sullivan et al. (2007) ont été effectuées. Les résultats indiquent une durée de fixation totale supérieure chez les personnes âgées comparativement aux jeunes adultes lors de l'identification de l'émotion de dégoût, de neutralité, de colère, de joie et de tristesse. En ce qui concerne le nombre de fixations, les personnes âgées ont obtenu un nombre de fixations supérieur aux jeunes adultes lors de l'identification de l'ensemble des émotions (c'est-à-dire peur, dégoût, neutralité, colère, joie et tristesse). De plus, les personnes âgées ont obtenu un nombre de fixations plus élevé à la fois sur la région des yeux et sur la région de la bouche pour l'ensemble

des émotions. Lorsqu'on poursuit l'analyse, la supériorité des fixations sur la région de la bouche était présente pour les stimuli jeunes et âgés pour les participants âgés lorsque comparée aux jeunes adultes (effet qui n'était pas observé pour la région des yeux). Ces résultats sont ainsi partiellement concordants avec une étude ayant utilisé une procédure active sans limites de temps de présentation (c'est-à-dire enregistrement des mouvements oculaires durant la tâche de catégorisation d'expressions faciales jusqu'à la réponse du participant), tel que dans le présent essai doctoral. Les résultats de celle-ci révèlent que les personnes âgées ont une durée de fixations plus importante sur la région de la bouche comparativement aux jeunes adultes (Sullivan et al., 2007). Notons que le nombre de fixations n'est pas rapporté dans cette étude et qu'il ne s'agit pas d'une proportion sur la durée de fixations totale. L'absence de différence sur la région des yeux avec les visages jeunes seulement, dans le présent essai, suggère une reproduction des résultats de l'étude de Sullivan et al. (2007) n'ayant relevé aucune différence entre les groupes d'âge pour cette région. Ces résultats ne suggèrent toutefois pas que les personnes âgées traitent moins les informations visuelles contenues dans la région des yeux et qui sont essentielles à la discrimination des émotions de peur, de tristesse et de colère, comparativement aux jeunes adultes. Il est possible que les personnes âgées aient une vitesse de traitement de l'information plus lente ce qui engendre une durée de fixations supérieure ainsi qu'un nombre de fixations supérieur, observable sur la région de la bouche, sans qu'il y ait de réelles différences entre les informations traitées entre les deux groupes d'âge. L'importance d'effectuer des proportions est ainsi cruciale afin d'éviter cet effet.

Dans cette optique, bien que les résultats du présent essai montrent un nombre supérieur de fixations sur la région de la bouche lorsque des analyses classiques par régions d'intérêt sont utilisées, ce biais à fixer la bouche n'est pas observé lors de l'utilisation de technique d'analyse

plus rigoureuse (*data-driven*). Si à l'aide d'une méthode plus rigoureuse aucune différence significative n'est observée entre les groupes quant aux régions fixées, comment ces changements de performances en reconnaissance d'expressions faciales pourraient-ils s'expliquer? Le présent essai avait pour hypothèse que ces différences puissent en partie s'expliquer par une stratégie visuelle reposant davantage sur l'utilisation de basses fréquences spatiales chez les personnes âgées.

4.3.2.2. Fréquences spatiales : variabilité intergroupe ?

À notre connaissance, il s'agit de la première recherche qui s'intéresse à l'évaluation de l'information visuelle utilisée (par opposition à l'information visuelle *fixée*) lors de la reconnaissance des expressions faciales chez les personnes âgées. Des régions faciales et des fréquences spatiales ont été révélées significatives pour les jeunes adultes et les personnes âgées lors de l'utilisation de visages âgés et jeunes. Toutefois, aucune différence significative entre les groupes de participants n'est observée. Ces résultats ne supportent pas l'hypothèse d'une utilisation plus importante des basses fréquences spatiales chez les personnes âgées.

Toutefois, l'absence de différence au niveau des stratégies visuelles pourrait s'expliquer par la variabilité des participants inclus dans le groupe des personnes âgées, comme démontré dans nos analyses sur l'ensemble des mesures de performances. En effet, une analyse vérifiant le lien entre l'information visuelle utilisée et les habiletés des participants démontre que ces dernières influencent les stratégies perceptives des personnes âgées, mais pas celles des jeunes adultes. Ainsi, les résultats des participants âgés plus performants sur les tâches de reconnaissance des expressions faciales des émotions ont pu amoindrir les différences entre les

participants jeunes et âgés au niveau des régions du visage et des fréquences spatiales utilisées, et rendre non significatives ces différences entre les deux groupes. Malgré tout, la présence d'un biais vers les basses fréquences spatiales ne semble pas être présente. Une observation qualitative de nos résultats suggère davantage que le groupe âgé utilise des régions du visage plus diffuses (voir étendue des régions vertes de la figure 9) lorsque comparé aux jeunes adultes, et que certaines régions spécifiques seraient davantage reliées à l'habileté à reconnaître les expressions (c'est-à-dire l'utilisation plus spécifique de l'œil gauche chez les visages jeunes ; soit une région ayant été associée aux habiletés de reconnaissances des expressions faciales chez les jeunes adultes ; voir Blais, Fiset, Roy, Arguin, & Gosselin, 2012).

Ces résultats soulèvent l'hétérogénéité du groupe âgé et ce phénomène pourrait être à la base du manque de convergence dans les performances observées entre les études en reconnaissance des expressions faciales (Calder et al., 2003 ; Circelli et al., 2013 ; Isaacowitz et al., 2007 ; Moreno et al., 1993 ; Murphy & Isaacowitz, 2010 ; Wong et al., 2005). Si les stratégies perceptives utilisées par les personnes âgées ne sont pas globalement différentes de celles des jeunes adultes, qu'est-ce qui permettrait d'expliquer la diminution des performances en reconnaissance d'expression faciale et qui serait à la base de la variabilité intragroupe plus grande chez les personnes âgées ?

4.4 Variabilité dans le groupe âgé et stratégies perceptives ?

Une piste de solution a été proposée par Orgeta et Phillips (2007), selon laquelle les habiletés cognitives pourraient être un facteur modérateur des modifications de performances observées en reconnaissance d'émotions lors du vieillissement normal. Rappelons que nos

analyses indiquent une variabilité des patrons de performances plus importante chez le groupe des personnes âgées. Il est répandu dans la documentation scientifique que l'avancement en âge est associé à une diminution des habiletés cognitives (voir Glisky, 2007). Toutefois, les changements observés à des tâches neuropsychologiques semblent être largement influencés par des facteurs personnels, sociaux, biologiques et autres, témoignant d'une hétérogénéité de la diminution des habiletés cognitives avec l'avancement en âge (Glisky, 2007). En lien avec la reconnaissance des expressions faciales, plusieurs études ont postulé la présence d'un lien entre la diminution de certaines fonctions cognitives comme facteur prédictif des patrons de performance observée chez la population âgée (l'intelligence fluide et la mémoire ; Horning et al., 2012 ainsi que la vitesse de traitement de l'information ; Horning et al., 2012; Orgeta & Phillips, 2007 ; West et al., 2012). Toutefois, plusieurs auteurs ont démontré que la diminution des habiletés cognitives ne pouvait pas être le seul facteur explicatif des changements de performances en reconnaissance des expressions faciales observées chez les personnes âgées (Lambrecht, Kreifelts, & Wildgruber, 2012; Sullivan et Ruffman, 2004).

De ce fait, la relation entre les habiletés cognitives et les habiletés de reconnaissance des expressions faciales permet de mettre en évidence l'hétérogénéité observée lors du vieillissement normal. Ainsi, les personnes âgées présentant un déclin plus important des fonctions cognitives, sans toutefois être pathologiques, pourraient présenter une plus grande atrophie des régions neuroanatomiques utiles à l'extraction des informations visuelles lors du traitement des expressions faciales (voir section 1.4.2). Tel que mentionné précédemment, les habiletés cognitives ne sont pas un parfait prédicteur des performances en reconnaissance des expressions faciales, mais elles ne sont également pas un parfait prédicteur de l'ampleur d'une atrophie corticale (Villeneuve & Belleville, 2010). Elles peuvent ainsi seulement servir d'indicateur d'une

atrophie ou d'un dysfonctionnement cérébral sans toutefois détecter l'ensemble des personnes présentant un profil neuroanatomique similaire.

En effet, les stratégies perceptives de haut niveau (voir section 1.4.3.2) semblent être différentes lors des changements cognitifs liés à l'avancement en âge. Il a été postulé que les personnes âgées tendent à traiter les objets dans leur environnement de manière holistique afin de diminuer la charge cognitive associée au traitement des détails d'objets complexes (Dror, Schmitz-Williams, & Smith, 2005). Cette hypothèse a été supportée par la démonstration que, chez la personne âgée, les temps de réaction pour reconnaître des images sont peu influencés par la complexité de celles-ci. Au contraire, une augmentation progressive des temps de réaction en fonction de la complexité de l'image est observée chez les personnes jeunes (Dror et al., 2005). De plus, certains auteurs ont démontré que les personnes âgées tendent à utiliser davantage le traitement holistique lors de l'identification de visages dans une tâche d'effet composite (Konar, Bennett, & Sekuler, 2013) lorsque les exigences cognitives sont moindres que dans les études antérieures (solicitation de la mémoire des noms de visages; voir Boutet & Faubert, 2006). Ainsi, la diminution des habiletés cognitives observées lors du vieillissement normal (Glisky, 2007) pourrait être à l'origine d'une plus grande dépendance au traitement holistique afin d'alléger la charge cognitive. En reconnaissance d'expressions, il est possible de supposer que le groupe âgé ait besoin de davantage d'information visuelle afin d'obtenir une représentation globale des expressions faciales. Au contraire, le groupe de jeunes adultes, qui a de plus grandes ressources cognitives, pourrait reconnaître les expressions à l'aide de régions spécifiques. Un tel changement de stratégie peut possiblement expliquer le besoin d'une plus grande quantité d'informations visuelles, chez les personnes âgées, lors de la reconnaissance des expressions faciales de joie, de peur et de dégoût observé avec la *Tâche des bulles*.

Bien qu'aucune différence significative au niveau des régions et des bandes de fréquences utilisées par les deux groupes d'âge n'ait été révélée, le besoin d'une plus grande quantité d'informations visuelles pourrait suggérer que le processus impliqué dans l'extraction de l'information visuelle diffère entre les deux groupes d'âge. En effet, il est possible que les mêmes régions soient extraites par les deux groupes d'âge, mais que pour les participants jeunes, la disponibilité d'une seule région soit suffisante pour la reconnaissance, alors que plusieurs régions devraient simultanément être présentes pour permettre la reconnaissance par les personnes âgées. Une telle différence ne pourrait être révélée dans les images de classifications présentées ici. Des analyses de conjonctions devraient être effectuées pour vérifier cette hypothèse. Ce type d'analyse permettrait de vérifier si la présence simultanée de deux régions (p.ex. œil gauche et œil droit) est associée avec une performance significativement meilleure à celle observée lorsque seulement l'une ou l'autre de ces régions est disponible. Cette analyse dépasse toutefois le cadre du présent essai doctoral. Néanmoins, l'observation d'une différence entre la quantité d'information nécessaire pour obtenir une performance similaire chez les deux groupes d'âge pourrait refléter des processus distincts pour extraire la même information visuelle.

Davantage de recherche sera nécessaire pour vérifier si des processus visuels différents sous-tendent le traitement des expressions faciales chez les jeunes et les personnes âgées. Néanmoins, d'autres facteurs pourraient contribuer à la diminution de performance observée chez les personnes âgées. Ces facteurs seront considérés dans les sections qui suivent.

4.5 Vieillesse, émotions et variation de la diminution des performances : quelle est la relation?

Considérant que la diminution des habiletés cognitives soit associée à des modifications neuroanatomiques lors de l'avancement en âge (Glisky, 2007) et semble être à la base de changements dans les stratégies utilisées par la personne âgée afin d'alléger la charge cognitive (Dror et al., 2005; Konar et al., 2013), ces changements neuroanatomiques pourraient également influencer la reconnaissance des émotions faciales. Différentes théories quant à l'impact des changements neuroanatomiques sur la reconnaissance des émotions faciales seront revues dans les prochaines sections.

4.5.1. Dysfonctionnement neurochimique

Une des hypothèses postulées par les chercheurs pour expliquer l'atrophie des régions frontales et du cortex cingulaire observée avec l'avancement en âge correspond aux dysfonctionnements des systèmes de neurotransmetteurs (Guyot, De Clermont-Gallerande, Petrescu, & Allard, 2005). Volkow et al., 2000 ont établi que le déclin des régions frontales et du cortex cingulaire antérieur est associé à une diminution des récepteurs dopaminergiques. Ce processus a également été lié aux changements relevés sur le plan du fonctionnement cognitif des aînés (voir Kaasinen & Rinne, 2002 pour une revue de la littérature). Mais, quel est le lien avec la reconnaissance des expressions faciales ?

Phénomène de dédifférenciation.

Le concept de dédifférenciation a été développé afin de fournir une explication à la diminution des performances objectivées lors de l'avancement en âge. En effet, il a été démontré que la diminution de l'efficacité du lobe frontal est associée à une diminution de la production de dopamine. Ce processus entraîne une altération de la transmission des informations et, ainsi, une diminution de la spécificité du traitement cérébral couplée à un recrutement de régions non sollicitées chez le jeune adulte (Li, Lindenberger, & Sikström, 2001). Li et al. (2001) ont également révélé un lien entre la diminution de la dopamine, le recrutement de régions cérébrales plus diffuses au niveau frontal et la diminution des performances à des tâches cognitives.

Bien que ce modèle n'ait pas été appliqué directement à la reconnaissance des expressions faciales lors du vieillissement normal, certaines études permettent de confirmer la présence de dédifférenciation dans cette tâche également. Par exemple, une étude a démontré que lors du traitement d'émotions faciales négatives (la peur), les personnes âgées engagent des circuits neuronaux plus diffus au niveau antérieur du cerveau, tandis que moins d'activation est relevée au niveau postérieur (c'est-à-dire plus d'activation du cortex préfrontal et de la région de Broca et moins d'activation de l'amygdale et du gyrus fusiforme postérieur ; Tessitore et al., 2005). Ce phénomène de dédifférenciation pourrait permettre d'expliquer pourquoi les personnes âgées présentent des performances inférieures lorsqu'elles doivent reconnaître les expressions faciales négatives à l'apex, observé dans le présent essai. Toutefois, la dédifférenciation ne permet pas d'expliquer pourquoi les mêmes patrons de performances ne sont pas relevés dans des tâches de discrimination d'expressions faciales à l'apex et de combinaison d'émotions ainsi que pourquoi certaines émotions sont moins bien reconnues que d'autres.

Le modèle du cube des émotions.

Pour sa part, Lövheim a proposé le modèle du cube des émotions qui met en relation le niveau d'activités des neurotransmetteurs monoamines (sérotonine, noradrénaline et dopamine) avec les émotions (voir figure 11). Les expressions de colère et de peur sont, selon l'auteur, associées à un haut taux de dopamine. Ainsi, on pourrait suggérer que lors du traitement des expressions faciales négatives (de peur et de colère) chez la personne âgée l'activation des régions frontales associées à leur traitement entraînerait des signaux neuronaux erronés, causée entre autres par la diminution de la dopamine dans ces régions. De plus, ce modèle stipule que l'émotion de dégoût est associée à un faible têt de dopamine, ce qui est congruent avec une plus faible sensibilité lors de l'identification de cette émotion, mais ne permet pas d'expliquer la diminution des performances obtenue à l'apex, dans le présent essai doctoral. Notons que l'émotion de tristesse n'est pas représentée dans le modèle de Lövheim (2012), ce qui ne permet pas d'inférence hypothétique à son égard.

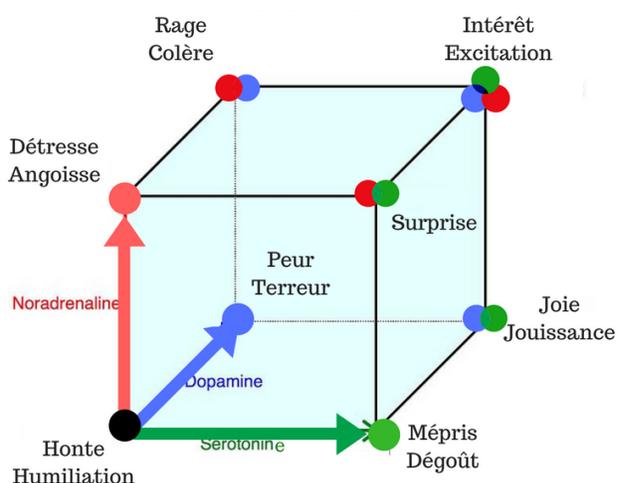


Figure 11 : Cube des émotions de Lövheim.

4.5.2. Régulation des émotions

Une autre explication possible à la diminution des performances en reconnaissance des expressions faciales négatives lors du vieillissement normal concerne les stratégies de régulation des émotions. Un modèle théorique a été développé afin de mieux expliquer la dynamique entre les changements cognitifs et les stratégies de régulation émotionnelle, *Dynamic Integration Theory* (ou DIT, Labouvie-Vief, 2008; Labouvie-Vief, Grühn, & Studer, 2010). Selon ce modèle, le traitement d'état émotionnel implique une forte activation et sollicite de nombreuses ressources cognitives. La diminution des habiletés de régulation émotionnelle des personnes âgées dépendrait donc de la diminution des fonctions cognitives et de l'intensité d'activation créée par l'expérience ou le stimulus émotionnel. Selon certains auteurs, les personnes âgées auraient une perception dichotomisée des images à valence positive ou négative (Grühn & Scheibe, 2008) contrairement au modèle circulaire bidimensionnelle du jugement des sentiments affectifs (Russel, 1997)⁵. Ainsi, les images négatives induiraient un plus haut niveau d'activation et les images positives un plus bas niveau d'activation comparativement aux jeunes adultes (Grühn & Scheibe, 2008).

Dans l'optique de protéger leurs ressources cognitives, ce modèle propose que les personnes âgées adoptent une stratégie de désengagement dans les situations émotionnelles ayant un haut niveau d'activation et ce, d'autant plus que les habiletés cognitives sont atteintes. Ce postulat est également appuyé par d'autres auteurs qui affirment que les personnes âgées sont

⁵ Dans son modèle Russel a postulé que les émotions pouvaient être positionné sur deux continuums : 1) l'axe de dimension plaisir/déplaisir et 2) l'axe du niveau d'activation. Ainsi, une émotion plaisante pouvait avoir un haut niveau d'activation (ex. excitements) ou un bas niveau d'activation (contentement) ainsi que les émotions de déplaisirs (peur versus la tristesse).

davantage enclines à adopter des stratégies de régulation émotionnelle portée vers l'évitement et la suppression des stimuli d'émotions à valence négative contrairement à des stratégies de réévaluation et de *coping* (Blanchard-Fields, Jahnke, & Camp, 1995 ; Nolen-Hoeksema & Aldao, 2011). Notons que les stratégies de régulation émotionnelle explicites/contrôlées telles que la réévaluation et le *coping* sollicitent davantage de ressources cognitives et sont associées à des régions cérébrales plus atrophiées avec l'avancement en âge (Allman, Hakeem, Erwin, Nimchinsky, & Hof, 2001 ; Gyurak, Gross, & Etkin, 2011 ; Urry & Gross, 2010). Au contraire, les stratégies de régulation émotionnelle implicites/automatiques telle que la suppression (Gyurak et al., 2011 ; Allman et al., 2001) sont associées à des régions cérébrales davantage préservées avec l'avancement en âge (Mather, 2012 ; St-Jacques et al., 2010).

Des études ont démontré que cette stratégie de désengagement de la situation émotionnelle est associée à une diminution de l'attention portée au visage d'expressions négatives (colère) (rivalité binoculaire, Bannerman, Regener, & Sahraie, 2011 ; mesure de potentiel évoqué, Mienaltowski, Corballis, Blanchard-Fields, Parks, & Hilimire, 2011) et un désengagement de l'attention portée vers des stimuli négatifs au profit d'informations présentant un moins grand niveau d'activation (neutre ou positif) (Isaacowitz, Allard, Murphy, & Schlangel, 2009 ; Mather & Carstensen, 2003 ; Orgeta, 2011). En reconnaissance d'expressions faciales, les émotions de peur, de tristesse, de colère et de dégoût sont toutes des émotions dites négatives (Woodworth & Schlosberg, 1954). Ainsi, l'activation générée par ces expressions négatives pourrait être la source d'un désengagement envers la tâche chez le groupe de personnes âgées et expliquer la diminution des taux de bonnes réponses observées dans le présent essai doctoral pour les émotions négatives (dégoût, peur, tristesse et colère). Par contre, cette théorie ne permet pas d'expliquer la présence d'un plus faible seuil de sensibilité pour l'émotion de dégoût chez la

personne âgée, malgré une performance déficitaire lors de l'identification de cette émotion à l'apex.

Finalement, plusieurs théories sont proposées et pourraient avoir influencé les patrons de performances observés dans le cadre du présent essai doctoral. Toutefois, ces hypothèses n'étant pas mutuellement exclusives des mesures supplémentaires devraient être intégrées dans de futurs projets de recherche afin d'obtenir une compréhension plus approfondie de l'influence des informations visuelles utilisées, des neurotransmetteurs et des stratégies de régulations émotionnelles chez la personne âgée présentant un plus grand déclin des performances en reconnaissance d'expressions faciales. Précédemment, deux théories, basées sur les explications actuelles de la documentation scientifique concernant les changements observés en reconnaissance des expressions faciales avec l'avancement en âge, ont été abordées et seront explorées dans le contexte des résultats du présent essai doctoral.

4.6. Retour sur les théories explicatives

Dans l'optique de mieux comprendre les changements d'habileté de reconnaissance des expressions faciales lors du vieillissement normal, des théories explicatives furent abordées (voir section 1.4.): le biais positif et les changements neuropsychologiques (Ruffman et al., 2008).

En premier lieu, rappelons que la théorie du biais positif stipule qu'afin d'acquérir un bien-être psychologique l'avancement en âge s'accompagne d'une préférence pour les stimuli positifs (Carstensen & Löckenhoff, 2003). Les résultats obtenus dans le présent essai permettent de rejeter cette théorie, car les personnes âgées ne reconnaissent pas systématiquement mieux les émotions positives. En effet, lors de l'utilisation de stimuli à l'apex, elles avaient besoin de plus

d'information visuelle lors de la reconnaissance de l'émotion de joie. Dans une tâche qui utilise des stimuli composés d'une combinaison d'émotions, des seuils de sensibilité plus faible pour l'émotion de dégoût et de joie ont été observés. Telle que mentionnée précédemment, l'émotion de dégoût n'étant pas une émotion positive ainsi que les performances variables lors de l'identification de l'émotion de joie ne confortent pas la théorie du biais positif.

En deuxième lieu, la théorie des changements neuropsychologiques propose que les différences dans le traitement des expressions faciales soient liées à des changements cérébraux qui entraînent une diminution des connexions structurales bénéfiques au traitement perceptif. Les changements d'analyse visuo-spatiale (c.-à-d. davantage de fixation vers la région de la bouche) ainsi que les changements dans le traitement visuel de bas niveau (c.-à-d. perception du contraste/fréquences spatiales) pourraient être causés par les changements anatomiques et avoir une influence sur la reconnaissance des expressions faciales (Chaby & Narme, 2009; Ruffman et al., 2008). Cette théorie peut être confortée partiellement sur la base des résultats obtenus. En premier lieu, on peut postuler que les personnes âgées étaient plus sensibles aux émotions qui nécessitent davantage le traitement de la région de la bouche (seuil de sensibilité plus faible pour les émotions de dégoût et de joie). Par contre, ces émotions n'étaient pas mieux reconnues lors de la présentation des stimuli à l'apex. De plus, les expressions faciales sollicitant principalement la région des yeux n'étaient pas systématiquement moins bien reconnues. Toutefois, il est vrai de soutenir que les personnes âgées n'ont pas obtenu de performances supérieures aux jeunes adultes avec aucune des émotions nécessitant un traitement préférentiel de la région des yeux (colère, peur et tristesse). En second lieu, la variance des performances obtenues chez la population âgée propose un lien entre les aspects du traitement visuo-perceptuel ainsi que les performances des personnes âgées ayant de bonnes habiletés en reconnaissance d'expressions faciales. Par contre,

les facteurs de modifications neuroanatomiques et cognitifs n'ont pas fait l'objet d'une exploration, dans le présent essai. Néanmoins, il est possible de postuler que chez les personnes âgées plus atteintes par les changements neuropsychologiques normaux, un plus grand changement dans les patrons de réponses en reconnaissance des expressions faciales ainsi que dans les stratégies de traitement des informations visuelles serait attendu.

4.7. Limites de la présente étude et pistes futures

Les limites du présent projet se doivent d'être soulignées. Dans un premier temps, une plus grande hétérogénéité dans la composition du groupe des personnes âgées est relevée. En gérontologie, il est reconnu que dans la classification du groupe des personnes âgées, ce trouve plusieurs groupes d'individu dont les caractéristiques diffèrent (Lalive d'Épinay & Spini, 2007). Les individus plus avancés en âge (ex. 80 ans) présentent des changements physiologiques (tel que les modifications neuroanatomiques précédemment abordées) et psychosociaux (tel que la perception des stéréotypes âgismes dans leurs interactions sociales) parfois différents des personnes âgées plus jeunes (ex. 65 ans). Ainsi, les différences ou l'absence de différences observées entre les deux groupes pourraient être attribuables à la composition en âge, comparant un groupe de jeune adulte homogène avec un groupe âgé hétérogène. Bien que la majorité des études en reconnaissance des expressions faciales chez la personne âgée utilise des groupes étendus en âge (soit 65 et plus), il a été démontré que les changements observés en reconnaissance des expressions faciales sont approximativement linéaires et débutent dès l'âge de 30 ans pour certaines émotions et atteindrait des seuils significatifs variables en fonction de l'âge des participants entre 60 à 80 ans (West et al., 2012). De futures études utilisant un protocole de comparaison avec des groupes plus restreint en étendue d'âge s'avèrent ainsi pertinentes afin de

pouvoir approfondir l'influence de différentes variables liées à l'âge lors des expérimentations ainsi que d'approfondir les fondements de ces changements.

Deuxièmement, certaines accommodations ont dû être offertes aux participants âgés qui n'étaient pas familiers avec l'utilisation des ordinateurs. Entre autres, pour l'ensemble des tâches, l'expérimentateur entrait lui-même la réponse du participant pour éviter aux participants âgés d'avoir à utiliser le clavier. Cette accommodation a pu entraîner un effet motivationnel chez le groupe des personnes âgées, ce qui pourrait avoir contribué à diminuer les différences entre ces dernières et les jeunes adultes. En contrepartie, cette procédure a également pu entraîner un sentiment d'incompétence/infériorité chez le participant âgé et, ainsi, biaiser les résultats (effet Pygmalion⁶). Dans l'optique de minimiser ce biais, l'utilisation de matériel adapté aux groupes âgés non familiers, tel qu'une reconnaissance vocale des réponses est suggérée dans les études futures. Considérant les coûts générés par cette méthode d'adaptation qui pourraient rendre certains chercheurs réticents, la même procédure, soit d'appuyer sur les touches du clavier suite à une réponse verbale, devrait être appliquée à l'ensemble des participants afin d'égaliser son effet entre les deux groupes.

Troisièmement, nous n'avons pas utilisé un devis longitudinal afin de mesurer les effets de l'âge sur la performance à reconnaître les émotions faciales et les stratégies d'extraction des informations visuelles utilisées dans cette tâche. Notre devis expérimental ne permet donc pas d'établir un lien de causalité entre l'avancement en âge et les résultats sur les différentes variables dépendantes. La présence de variables parasites due à l'effet générationnel demeure en effet une

⁶ L'effet pygmalion réfère à l'amélioration ou la diminution des performances d'un sujet, en fonction de son niveau de croyance en ses habiletés influencé par l'environnement ou l'expérimentateur.

possibilité. En effet, il est reconnu que les groupes d'âge présentent des caractéristiques différentes dues à des changements culturels. Par exemple, l'effet Flynn⁷ est fortement reconnu dans la littérature et appuie le fait que des changements culturels/éducatifs puissent entraîner une amélioration dans les performances à des tests d'intelligence. Ce phénomène pourrait ainsi être observé en ce qui concerne le traitement des expressions faciales. Le développement technologique favorise une exposition plus prononcée à l'expression des émotions par les réseaux sociaux, la télévision, etc. En contrepartie, dans notre étude des niveaux de scolarité similaire entre nos deux groupes d'âge ont été observés. Bien que le haut niveau de scolarisation du groupe des personnes âgées du présent essai puisse être attribuable à un biais de participation (c'est-à-dire les personnes âgées éduquées soient plus enclines à participer à des expériences en milieu universitaire), ce phénomène permet de diminuer l'influence de variables parasites concernant un plus faible niveau d'éducation. Notons également que dans des recherches similaires à celle-ci des mesures de quotient intellectuel similaire ont été retrouvées entre les deux groupes d'âge afin de diminuer un effet de cohorte basé sur les habiletés intellectuelles (Calder et al., 2003), habiletés fortement associées au niveau de scolarisation. Lors de travaux futurs, une étude longitudinale chez le même groupe d'individu favoriserait l'objectivation des changements observés en reconnaissance des expressions faciales avec l'avancement en âge. Toutefois, le coût temporel associé à un tel devis expérimental est souvent la source d'un rejet de cette option par de nombreux chercheurs.

Quatrièmement, l'utilisation de stimuli statiques peut être critiquée. Les performances obtenues à l'aide de stimuli statiques de visages adultes exprimant l'une des six émotions de base

⁷ L'effet Flynn correspond à l'augmentation des performances aux tests de quotient intellectuel avec la progression des générations.

(la peur, la joie, la tristesse, le dégoût, la colère et la surprise) à leur apex varient d'une étude à l'autre (Calder et al., 2003 ; Circelli et al., 2013 ; Isaacowitz et al., 2007 ; Moreno et al., 1993 ; Murphy & Isaacowitz, 2010 ; Wong et al., 2005). Bien que la généralisation à des contextes sociaux ne puisse être possible, plusieurs études dans la documentation scientifique suggèrent que la présentation de stimuli dynamique ne semble pas modifier la performance des participants en reconnaissance d'expressions faciales (Blais Roy, Fiset, Arguin, & Gosselin, 2012 ; Blais et al., 2017 ; Gold et al., 2012). Des différences dans les patrons de mouvements oculaires sont néanmoins observées et entraînent un changement dans le nombre de fixations effectuées (Blais et al., 2017). Il serait ainsi intéressant lors de travaux futurs de vérifier les patrons de mouvements oculaires chez les personnes âgées à l'aide de stimuli dynamiques.

Finalement, la taille de notre échantillon ne semble pas avoir été suffisante afin d'effectuer des analyses plus approfondies spécifiquement sur les performances des personnes âgées présentant un déclin plus important en reconnaissance des expressions faciales. Considérant la variabilité interindividuelle des performances chez les personnes âgées, nous proposons que :

- 1) un plus grand échantillonnage pourrait favoriser des analyses plus approfondies de sous-groupe de personnes âgées ou
- 2) une mesure de performances en reconnaissance des expressions faciales pourrait être utilisée comme facteur d'inclusion au groupe expérimental et, ainsi, la sélection des participants âgés ayant des performances déficitaires permettrait la recherche des causes qui sous-tendent les changements de patrons de réponses lors du traitement des stimuli émotionnels. Des mesures de connectivités fonctionnelles (tel qu'une diminution du CPF), de fonctions cognitives (tel que la vitesse de traitement de l'information), de stratégies perceptuelles (tel que la sensibilité aux contrastes), d'échantillons neurochimiques et de stratégies de

régulations émotionnelles pourraient être incluses afin de développer une compréhension globale des changements en reconnaissance d'expressions faciales lors du vieillissement normal.

CHAPITRE V

CONCLUSION

L'habileté à reconnaître les expressions faciales semble décliner avec l'avancement en âge. Toutefois, les résultats du présent essai montrent que l'observation d'un tel déclin est sensible à de nombreuses variables méthodologiques, tels que les stimuli et la tâche utilisés. Les résultats révèlent également une plus grande hétérogénéité des performances au sein du groupe âgé qu'au sein du groupe jeune. Cette hétérogénéité pourrait nuire à l'observation de différences entre les deux groupes en ce qui a trait aux stratégies perceptives utilisées. L'implication de la perception visuelle de haut et de bas niveau est discutée en fonction des résultats obtenus. Des hypothèses basées sur les modifications neuroanatomiques (dysfonctionnement neurochimique et changement de stratégies de régulation émotionnelle) sont également discutées comme potentiels facteurs contributifs à la diminution des performances en reconnaissance des expressions faciales observées chez le groupe âgé dans le présent essai doctoral. Finalement, pour vérifier l'hypothèse de l'hétérogénéité du groupe âgé, une sélection à priori des personnes âgées obtenant une performance inférieure aux jeunes adultes devrait être effectuée afin de comparer leurs caractéristiques (stratégies visuelles, habiletés cognitives, stratégies de régulation émotionnelle, etc.). De plus, comme mentionnées précédemment, des mesures additionnelles de fonctionnement cognitif, d'imagerie fonctionnelle et d'évaluation des techniques de régulation favoriseraient une compréhension globale sur la base des pistes d'explication proposées. Plusieurs recherches devront être réalisées afin d'approfondir la compréhension des changements en reconnaissance des expressions faciales des émotions observées chez les personnes âgées. Bien que les pistes fondamentales soient très pertinentes, cette étude est peu orientée vers les répercussions sociales

que peuvent avoir de tels changements en reconnaissance des expressions faciales. Il est reconnu aujourd'hui que des troubles neurodéveloppementaux, tels que le trouble du spectre de l'autisme, soient associés à un déficit en reconnaissance des expressions, mais également à des difficultés lors des relations sociales. Des recherches mesurant la présence de changement lors du décodage des expressions faciales lors des interactions amélioreraient les connaissances dans une dimension sociale de l'avancement en âge.

RÉFÉRENCES

- Adolphs, R., Gosselin, F., Buchanan, T. W., Tranel, D., Schyns, P., & Damasio, A. R. (2005). A mechanism for impaired fear recognition after amygdala damage. *Nature*, *433*(7021), 68-72. doi: 10.1038/nature03086
- Allard, R., Renaud, J., Molinatti, S., & Faubert, J. (2013). Contrast sensitivity, healthy aging and noise. *Vision Research*, *92*, 47-52. doi: 10.1016/j.visres.2013.09.004
- Allen, J. S., Bruss, J., Brown, C. K., & Damasio, H. (2005). Normal neuroanatomical variation due to age: The major lobes and a parcellation of the temporal region. *Neurobiology of Aging*, *26*(9), 1245-1260. doi: 10.1016/j.neurobiolaging.2005.05.023
- Allman, J. M., Hakeem, A., Erwin, J. M., Nimchinsky, E., & Hof, P. (2001). The anterior cingulate cortex. *Annals of the New York Academy of Sciences*, *935*(1), 107-117.
- Allport, G. W. (1954). *The Nature of Prejudice*. New York: Addison.
- Bachevalier, J., & Loveland, K. A. (2006). The orbitofrontal–amygdala circuit and self-regulation of social–emotional behavior in autism. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, *30*(1), 97-117.
- Bannerman, R. L., Regener, P., & Sahraie, A. (2011). Binocular rivalry: a window into emotional processing in aging. *Psychology and aging*, *26*(2), 372.
- Beck, A. T., Steer, R. A., & Brown, G. K. (1998). *Inventaire de dépression de Beck : manuel* (2e éd. ed.). Toronto: Harcourt Assessment.
- Blais, C., Fiset, D., Roy, C., Arguin, M., Gosselin, F. (Mai 2012). Individual differences in the visual strategies underlying facial expression categorization. Affiche présentée au colloque de VSS (Vision Sciences Society), Naples, Florida.
- Blais, C., Fiset, D., Roy, C., Saumure Régimbald, C., & Gosselin, F. (2017). Eye Fixation Patterns for Categorizing Static and Dynamic Facial Expressions.
- Blais, C., Roy, C., Fiset, D., Arguin, M., & Gosselin, F. (2012). The eyes are not the window to basic emotions. *Neuropsychologia*, *50*(12), 2830-2838.

- Blanchard-Fields, F., Jahnke, H. C., & Camp, C. (1995). Age differences in problem-solving style: the role of emotional salience. *Psychology and aging, 10*(2), 173.
- Borod, J. C. (2000). *The Neuropsychology of Emotion*: Oxford University Press, USA.
- Bouchard, S., Gauthier, J., Ivers, H., & Paradis, J. (1996). Adaptation de l'inventaire d'anxiété situationnelle et de trait d'anxiété aux personnes âgées de 65 ans et plus (IASTA-Y65+). [Adaption of the State-Trait Anxiety Inventory for people aged 65 and older (IASTA-Y65T)]. *15*, 500-513. doi: 10.1017/S0714980800009387
- Boutet, I., & Faubert, J. (2006). Recognition of faces and complex objects in younger and older adults. *Memory & Cognition, 34*(4), 854-864. doi: 10.3758/BF03193432
- Caldara, R., & Mielliet, S. (2011). iMap: A Novel Method for Statistical Fixation Mapping of Eye Movement data. *Behavior Research Methods, 43*(3), 864-78
- Calder, A. J., Keane, J., Manly, T., Sprengelmeyer, R., Scott, S., Nimmo-Smith, I., & Young, A. W. (2003). Facial expression recognition across the adult life span. *Neuropsychologia, 41*(2), 195-202. doi: 10.1016/S0028-3932(02)00149-5
- Carstensen, L. L., & Löckenhoff, C. E. (2003). Aging, Emotion, and Evolution: The Bigger Picture. In P. Ekman, J. J. Campos, R. J. Davidson & F. B. M. d. Waal (Eds.), *Emotions inside out: 130 years after Darwin's: The expression of the emotions in man and animals* (pp. 152-179). New York, NY, US: New York Academy of Sciences.
- Carstensen, L. L., Turan, B., Scheibe, S., Ram, N., Ersner-Hershfield, H., Samanez-Larkin, G. R., . . . Nesselroade, J. R. (2011). Emotional experience improves with age: Evidence based on over 10 years of experience sampling. *Psychology and Aging, 26*(1), 21-33. doi: 10.1037/a0021285
- Chaby, L., & Narme, P. (2009). La reconnaissance des visages et de leurs expressions faciales au cours du vieillissement normal et dans les pathologies neurodégénératives. *Psychologie & NeuroPsychiatrie du vieillissement. 7*(1):31-42. doi:10.1684/pnv.2008.0154

- Chauvin, A., Worsley, K. J., Schyns, P. G., Arguin, M., & Gosselin, F. (2005). Accurate statistical tests for smooth classification images. *Journal of Vision*, *5*, 659-667.
- Circelli, K. S., Clark, U. S., & Cronin-Golomb, A. (2013). Visual scanning patterns and executive function in relation to facial emotion recognition in aging. *Aging, Neuropsychology, and Cognition*, *20*(2), 148-173. doi: 10.1080/13825585.2012.675427
- Clark, C. M., Gosselin, F., & Goghari, V. M. (2013). Aberrant patterns of visual facial information usage in schizophrenia. *Journal of abnormal psychology*, *122*(2), 513.
- Derouesne, C., Poitreneau, J., Hugonot, L., Kalafat, M., Dubois, B., & Laurent, B. (1999). [Mini-Mental State Examination: a useful method for the evaluation of the cognitive status of patients by the clinician. Consensual French version]. *Presse Médicale (Paris, France: 1983)*, *28*(21), 1141-1148.
- Desaunay, P., Gunolé, F., Eustache, F., Baleyte, J-M., & Guillery-Girard, B. (2014). Autisme et connectivité cérébrale : contribution des études de neuroimagerie à la compréhension des signes cliniques. *Revue de neuropsychologie*, *6*(1), 25-35.
- Dion-Marcoux, Y., Fiset, D., Daudelin-Peltier, C., Deschênes, A., & Forget, H. (Octobre, 2013). *The judgment of the genuineness of static and dynamic smiles in younger and older adults*. Communication par affiche présentée à la 42^{ième} Réunion annuelle de l'ACG, Niagara Fall, Canada.
- Dror, I. E., Schmitz-Williams, I. C., & Smith, W. (2005). Older adults use mental representations that reduce cognitive load: mental rotation utilizes holistic representations and processing. *Experimental aging research*, *31*(4), 409-420.
- Duchenne, G. B. (1990). *The mechanism of human facial expression*. Cambridge university press.
- Ebner, N. C., He, Y., & Johnson, M. K. (2011). Age and emotion affect how we look at a face: visual scan patterns differ for own-age versus other-age emotional faces. *Cognition & Emotion*, *25*(6),

- 983-997. doi: 10.1080/02699931.2010.540817
- Ebner, N. C., & Johnson, M. K. (2009). Young and older emotional faces: Are there age group differences in expression identification and memory? *Emotion, 9*(3), 329-339. doi: 10.1037/a0015179
- Ebner, N. C., Johnson, M. R., Rieckmann, A., Durbin, K. A., Johnson, M. K., & Fischer, H. (2013). Processing own-age vs. other-age faces: neuro-behavioral correlates and effects of emotion. *NeuroImage, 78*, 363-371. doi:10.1016/j.neuroimage.2013.04.029
- Ebner, N. C., Riediger, M., & Lindenberger, U. (2010). FACES--a database of facial expressions in young, middle-aged, and older women and men: development and validation. *Behav Res Methods, 42*(1), 351-362. doi: 10.3758/brm.42.1.351
- Ekman, P. (1992). Are there basic emotions? *Psychological Review, 99*(3), 550-553. doi: 10.1037/0033-295X.99.3.550
- Ekman, P. (1993). Pictures of Facial Affect (POFA). Repéré le 8 septembre 2017: <https://www.paulekman.com/product/pictures-of-facial-affect-pofa/>
- Ekman, P., & Friesen, W. V. (2003). *Unmasking the face: A guide to recognizing emotions from facial clues*. Oxford, England: Prentice-Hall.
- Faubert, J. (2002). Visual perception and aging. *Canadian Journal of Experimental Psychology/Revue canadienne de psychologie expérimentale, 56*(3), 164-176. doi: 10.1037/h0087394
- Firestone, A., Turk-Browne, N. B., & Ryan, J. D. (2007). Age-related deficits in face recognition are related to underlying changes in scanning behavior. *Aging, Neuropsychology, and Cognition, 14*(6), 594-607. doi: 10.1080/13825580600899717
- Fischer, G.-N. (2011). *La Psychologie Sociale*. Paris: Université de Lausanne.
- Fischer, H. Nyberg., L., Bäckman, L. (2010). Age-related differences in brain regions supporting successful encoding of emotional faces. *46*, 490-497. doi: 10.1016/j.cortex.2009.05.011

- Fiset, D., Blais, C., Royer, J., Richoz, A. R., Dugas, G., & Caldara, R. (2017). Mapping the impairment in decoding static facial expressions of emotion in prosopagnosia. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*.
- Gamer, M., & Büchel, C. (2009). Amygdala activation predicts gaze toward fearful eyes. *The Journal of Neuroscience*, 29(28), 9123-9126. doi: 10.1523/JNEUROSCI.1883-09.2009
- Gauthier, J., & Bouchard, S. (1993). Adaptation canadienne-française de la forme révisée du State–Trait Anxiety Inventory de Spielberger. [A French-Canadian adaptation of the revised version of Spielberger's State–Trait Anxiety Inventory.]. 25, 559-578. doi: 10.1037/h0078881
- Glisky, E. L. (2007). Changes in cognitive function in human aging. *Brain aging: models, methods, and mechanisms*, 3-20.
- Goffaux, V., & Dakin, S. C. (2010). Horizontal information drives the behavioral signatures of face processing. *Frontiers in Psychology*, 1.
- Gold, J. M., Barker, J. D., Barr, S., Bittner, J. L., Bromfield, W. D., Chu, N., ... Srinath, A. (2012). The efficiency of dynamic and static facial expression recognition. *Journal of Vision*, 13(5), 23. <http://doi.org/10.1167/13.5.23>
- Gosselin, F., & Schyns, P. G. (2001). Bubbles: A technique to reveal the use of information in recognition tasks. *Vision Research*, 41(17), 2261-2271. doi: 10.1016/S0042-6989(01)00097-9
- Grühn, 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.
- Guyot, M., De Clermont-Gallerande, M., Petrescu, A., & Allard, M. (2005). Imagerie cérébrale du vieillissement normal et pathologique. *Médecine nucléaire–imagerie fonctionnelle et métabolique*, 29, 571-580.
- Gyurak, A., Gross, J. J., & Etkin, A. (2011). Explicit and implicit emotion regulation: a dual-process

- framework. *Cognition and emotion*, 25(3), 400-412.
- Habak, C., Wilkinson, F., & Wilson, H. R. (2008). Aging disrupts the neural transformations that link facial identity across views. *Vision Research*, 48(1), 9-15. doi: 10.1016/j.visres.2007.10.007
- Hamilton-Veale, J. (2011). Introducing the Hamilton Veale contrast sensitivity test. Repéré dans : <http://www.contrast-sensitivity-test.com>
- Harrison, V., & Hole, G. J. (2009). Evidence for a contact-based explanation of the own-age bias in face recognition. *Psychonomic Bulletin & Review*, 16(2), 264-269.
- Hess, U., Adams Jr, R. B., Simard, A., Stevenson, M. T., & Kleck, R. E. (2012). Smiling and sad wrinkles: Age-related changes in the face and the perception of emotions and intentions. *Journal of Experimental Social Psychology*, 48(6), 1377-1380. doi: 10.1016/j.jesp.2012.05.018
- Horning, S. M., Cornwell, R. E., & Davis, H. P. (2012). The recognition of facial expressions: An investigation of the influence of age and cognition. *Aging, Neuropsychology, and Cognition*, 19(6), 657-676.
- Isaacowitz, D. M., Allard, E. S., Murphy, N. A., & Schlangel, M. (2009). The time course of age-related preferences toward positive and negative stimuli. *Journals of Gerontology: Series B*, 64(2), 188-192.
- Isaacowitz, D. M., Lockenhoff, C. E., Lane, R. D., Wright, R., Sechrest, L., Riedel, R., & Costa, P. T. (2007). Age differences in recognition of emotion in lexical stimuli and facial expressions. *Psychol Aging*, 22(1), 147-159. doi:10.1037/0882-7974.22.1.147
- Jack, R. E., Sun, W., Delis, I., Garrod, O. G., & Schyns, P. G. (2016). Four not six: Revealing culturally common facial expressions of emotion. *Journal of Experimental Psychology: General*, 145(6), 708.

- Kaasinen, V., & Rinne, J. O. (2002). Functional imaging studies of dopamine system and cognition in normal aging and Parkinson's disease. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 26(7), 785-793.
- Kanwisher, N., McDermott, J., & Chun, M. M. (1997). The fusiform face area: a module in human extrastriate cortex specialized for face perception. *Journal of neuroscience*, 17(11), 4302-4311.
- Konar, Y., Bennett, P. J., & Sekuler, A. B. (2013). Effects of aging on face identification and holistic face processing. *Vision research*, 88, 38-46.
- Kumar, D., & Srinivasan, N. (2011). Emotion perception is mediated by spatial frequency content. *Emotion*, 11(5), 1144-1151. doi: 10.1037/a0025453
- Labouvie-Vief, G. (2008). When differentiation and negative affect lead to integration and growth.
- Labouvie-Vief, G., Grünh, D., & Studer, J. (2010). Dynamic integration of emotion and cognition: Equilibrium regulation in development and aging. *The handbook of life-span development*.
- Lalivie d'Épinay, C. & Spini, D. (2007). Le grand âge : un domaine de recherche récent. *Gérontologie et société*, vol. 30 / 123,(4), 31-54. doi:10.3917/gs.123.0031.
- Lambrecht, L., Kreifelts, B., & Wildgruber, D. (2012). Age-related decrease in recognition of emotional facial and prosodic expressions. *Emotion*, 12(3), 529.
- Lao, J., Miellet, S., Pernet, C., Sokhn, N., & Caldara, R. (2016). *iMap4: An Open Source Toolbox for the Statistical Fixation Mapping of Eye Movement data with Linear Mixed Modeling*. *Behavior Research Methods*.
- Lee, J., Gosselin, F., Wynn, J. K., & Green, M. F. (2010). How do schizophrenia patients use visual information to decode facial emotion?. *Schizophrenia bulletin*, 37(5), 1001-1008.
- Li, S. C., Lindenberger, U., & Sikström, S. (2001). Aging cognition: from neuromodulation to representation. *Trends in cognitive sciences*, 5(11), 479-486.

- Lövheim, H. (2012). A new three-dimensional model for emotions and monoamine neurotransmitters. *Medical hypotheses*, 78(2), 341-348.
- Loughland, C. M., Williams, L. M., & Gordon, E. (2002). Schizophrenia and affective disorder show different visual scanning behavior for faces: A trait versus state-based distinction? *Biological Psychiatry*, 52(4), 338-348. doi: 10.1016/S0006-3223(02)01356-2
- Mather, M. (2012). The emotion paradox in the aging brain. *Annals Of The New York Academy Of Sciences*, 1251, 33-49. doi: 10.1111/j.1749-6632.2012.06471.x
- Mather, M., & Carstensen, L. L. (2003). Aging and attentional biases for emotional faces. *Psychological science*, 14(5), 409-415.
- Mienaltowski, A., Corballis, P. M., Blanchard-Fields, F., Parks, N. A., & Hilimire, M. R. (2011). Anger management: age differences in emotional modulation of visual processing. *Psychology and aging*, 26(1), 224.
- Mier, D., Lis, S., Zygodnik, K., Sauer, C., Ulferts, J., Gallhofer, B., & Kirsch, P. (2014). Evidence for altered amygdala activation in schizophrenia in an adaptive emotion recognition task. *Psychiatry Research*, 221(3), 195-203. doi: 10.1016/j.psychresns.2013.12.001
- Moreno, C., Borod, J. C., Welkowitz, J., & Alpert, M. (1993). The perception of facial emotion across the adult life span. *Developmental Neuropsychology*, 9(3-4), 305-314.
doi:10.1080/87565649309540559
- Murphy, N. A., & Isaacowitz, D. M. (2010). Age effects and gaze patterns in recognising emotional expressions: An in-depth look at gaze measures and covariates. *Cognition and Emotion*, 24(3), 436-452. doi: 10.1080/02699930802664623
- Murphy, F.C., Nimmo-Smith, I., & Lawrence, A.D. (2003). Functional neuroanatomy of emotion: a meta-analysis. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience* 3, 207–233.
- Nachson, I. (1995). On the modularity of face recognition: The riddle of domain specificity. *Journal of*

- Clinical and Experimental Neuropsychology*, 17(2), 256-275. doi: 10.1080/01688639508405122
- Nolen-Hoeksema, S., & Aldao, A. (2011). Gender and age differences in emotion regulation strategies and their relationship to depressive symptoms. *Personality and individual differences*, 51(6), 704-708.
- Norton, D., McBain, R., & Chen, Y. (2009). Reduced ability to detect facial configuration in middle-aged and elderly individuals: Associations with spatiotemporal visual processing. *The Journals of Gerontology: Series B: Psychological Sciences and Social Sciences*, 64B(3), 328-334. doi: 10.1093/geronb/gbp008
- Obermeyer, S., Kolling, T., Schaich, A., & Knopf, M. (2012). Differences between old and young adults' ability to recognize human faces underlie processing of horizontal information. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 4. doi: 10.3389/fnagi.2012.00003
- Olin, J. T., Schneider, L. S., Eaton, E. M., Zemansky, M. F., & Pollock, V. E. (1992). The Geriatric Depression Scale and the Beck Depression Inventory as screening instruments in an older adult outpatient population. *Psychological Assessment*, 4(2), 190-192. doi: 10.1037/1040-3590.4.2.190
- Orgeta, V. (2011). Avoiding threat in late adulthood: testing two life span theories of emotion. *Experimental aging research*, 37(4), 449-472.
- Orgeta, V., & Phillips, L. H. (2007). Effects of Age and Emotional Intensity on the Recognition of Facial Emotion. *Experimental Aging Research*, 34(1), 63-79.
doi:10.1080/03610730701762047
- Pelphrey, K. A., Sasson, N. J., Reznick, J. S., Paul, G., Goldman, B. D., & Piven, J. (2002). Visual scanning of faces in autism. *Journal of autism and developmental disorders*, 32(4), 249-261.
- Provisu. (2013). Mesure de l'acuité visuelle. Repéré dans : www.provisu.ch
- Purves, D., Cabeza, R., Huettel, S. A., LaBar, K. S., Platt, M. L., Woldorff, M. G., & Brannon, E. M.

- (2013). *Principles of cognitive neuroscience (2nd ed.)*. Sunderland, MA, US: Sinauer Associates.
- Rajkowska, G., Miguel-Hidalgo, J. J., Dubey, P., Stockmeier, C. A., & Ranga Rama Krishnan, K., (2005). Prominent reduction in pyramidal neurons density in the orbitofrontal cortex of elderly depressed patients. *Biological Psychiatry* 58, 297–306.
- Reed, A. E., & Carstensen, L. L. (2012). The theory behind the age-related positivity effect. *Frontiers in Psychology*, 3, 339-339. doi: 10.3389/fpsyg.2012.00339
- Rhodes, M. G., & Anastasi, J. S. (2012). The own-age bias in face recognition: A meta-analytic and theoretical review. *Psychological Bulletin*, 138(1), 146-174. doi: 10.1037/a0025750
- Richler, J. J., Cheung, O. S., & Gauthier, I. (2011). Holistic processing predicts face recognition. *Psychological science*, 22(4), 464-471.
- Riediger, M., Studtmann, M., Westphal, A., Rauters, A., & Weber, H. (2014). No smile like another: Adult age differences in identifying emotions that accompany smiles. *Frontiers in Psychology*, 5.
- Ritchey, 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
- Roalf, D. R., Pruis, T. A., Stevens, A. A., & Janowsky, J. S. (2011). More is less: Emotion induced prefrontal cortex activity habituates in aging. *Neurobiology of Aging*, 32(9), 1634-1650. doi: 10.1016/j.neurobiolaging.2009.10.007
- Roudaia, E., Bennett, P. J., & Sekuler, A. B. (2008). The effect of aging on contour integration. *Vision Research*, 48(28), 2767-2774. doi: 10.1016/j.visres.2008.07.026
- Ruffman, T., Henry, J. D., Livingstone, V., & Phillips, L. H. (2008). A meta-analytic review of emotion recognition and aging: Implications for neuropsychological models of aging. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 32(4), 863-881. doi: 10.1016/j.neubiorev.2008.01.001
- Rump, K. M., Giovannelli, J. L., Minshew, N. J., & Strauss, M. S. (2009). The Development of Emotion

- Recognition in Individuals with Autism. *Child Development*, 80(5), 1434–1447.
<http://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2009.01343.x>
- Spaniol, J., Voss, A., & Grady, C. L. (2008). Aging and Emotional memory: Cognitive mechanism underlying the positive effect. *Psychology and Aging*, 23(4), 859-872.
- Scheuerecker, J., Meisenzahl, E. M., Koutsouleris, N., Roesner, M., Schöpf, V., Linn, J., ... & Frodl, T. (2010). Orbitofrontal volume reductions during emotion recognition in patients with major depression. *Journal of psychiatry & neuroscience: JPN*, 35(5), 311.
- Slessor, G., Miles, L. K., Bull, R., & Phillips, L. H. (2010). Age-related changes in detecting happiness: Discriminating between enjoyment and nonenjoyment smiles. *Psychology and Aging*, 25(1), 246-250. doi: 10.1037/a0018248
- Smith, M. L., Cottrell, G. W., Gosselin, F., & Schyns, P. G. (2005). Transmitting and Decoding Facial Expressions. *Psychological Science*, 16(3), 184-189. doi: 10.1111/j.0956-7976.2005.00801.x
- Spezio, M. L., Adolphs, R., Hurley, R. S., & Piven, J. (2007). Analysis of face gaze in autism using “Bubbles”. *Neuropsychologia*, 45(1), 144-151. (a)
- Spezio, M. L., Adolphs, R., Hurley, R. S., & Piven, J. (2007). Abnormal use of facial information in high-functioning autism. *Journal of autism and developmental disorders*, 37(5), 929-939. (b)
- St-Jacques, P., Dolcos, F., & Cabeza, R. (2010). Effects of aging on functional connectivity of the amygdala during negative evaluation: A network analysis of fMRI data. *Neurobiology of Aging*, 31(2), 315-327. doi: 10.1016/j.neurobiolaging.2008.03.012
- Strauss, E., Sherman, E. M. S., & Spreen, O. (2006). *A compendium of neuropsychological tests: Administration, norms, and commentary (3rd. ed)*. New York, NY, US: Oxford University Press.
- Sullivan, S., & Ruffman, T. (2004). Emotion recognition deficits in the elderly. *International Journal of Neuroscience*, 114(3), 403-432.
- Sullivan, S., Ruffman, T., & Hutton, S. B. (2007). Age differences in emotion recognition skills and

- visual scanning of emotion faces. *The Journals of Gerontology: Series B: Psychological Sciences and Social Sciences*, 62B(1), P53-P60. doi: 10.1093/geronb/62.1.P53
- Sze, J. A., Goodkind, M. S., Gyurak, A., & Levenson, R. W. (2012). Aging and emotion recognition: Not just a losing matter. *Psychology and Aging*, 27(4), 940-950. doi: 10.1037/a0029367
- Tanaka, J. W., Wolf, J. M., Klaiman, C., Koenig, K., Cockburn, J., Herlihy, L., ... Schultz, R. T. (2012). The perception and identification of facial emotions in individuals with Autism Spectrum Disorders using the *Let's Face It!* Emotion Skills Battery. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, and Allied Disciplines*, 53(12), 1259–1267.
- Tessitore, A., Hariri, A. R., Fera, F., Smith, W. G., Das, S., Weinberger, D. R., & Mattay, V. S. (2005). Functional changes in the activity of brain regions underlying emotion processing in the elderly. *Psychiatry Research: Neuroimaging*, 139(1), 9-18
- Ullman, S. (1996). *High-level vision: Object recognition and visual cognition* (Vol. 2). Cambridge, MA: MIT press.
- Urry, H. L., & Gross, J. J. (2010). Emotion regulation in older age. *Current Directions in Psychological Science*, 19(6), 352-357.
- Vézina, J., Landreville, P., Bourque, P., & Blanchard, L. (1991). Questionnaire de Dépression de Beck: Étude psychométrique auprès d'une population âgée francophone. [The Beck Depression Inventory: A psychometric study with an elderly French-speaking population.]. *Canadian Journal on Aging*, 10(1), 29-39. doi: 10.1017/S0714980800007236
- Villeneuve, S., & Belleville, S. (2010). Réserve cognitive et changements neuronaux associés au vieillissement. *Psychologie & NeuroPsychiatrie du vieillissement*, 8(2), 133-140.
- Volkow, N. D., Logan, J., Fowler, J. S., Wang, G. J., Gur, R. C., Wong, C., ... & Pappas, N. (2000). Association between age-related decline in brain dopamine activity and impairment in frontal and cingulate metabolism. *American Journal of Psychiatry*, 157(1), 75-80.

- Vuilleumier, P., Armony, J. L., Driver, J., & Dollan, R. J. (2003). Distinct spatial frequency sensitivities for processing faces and emotional expressions. *6*, 624-631. doi: 10.1038/nm1057
- West, J. T., Horning, S. M., Klebe, K. J., Foster, S. M., Cornwell, R. E., Perrett, D., . . . Davis, H. P. (2012). Age effects on emotion recognition in facial displays: From 20 to 89 years of age. *Experimental Aging Research*, *38*(2), 146-168. doi: 10.1080/0361073X.2012.65999
- West, S. K., Munoz, B., Rubin, G. S., Schein, O. D., Bandeen-Roche, K., Zeger, S., ... & Fried, L. P. (1997). Function and visual impairment in a population-based study of older adults. The SEE project. Salisbury Eye Evaluation. *Investigative ophthalmology & visual science*, *38*(1), 72-82.
- Wicker, B., Fonlupt, P., Hubert, B., Tardif, C., Gepner, B., & Deruelle, C. (2008). Abnormal cerebral effective connectivity during explicit emotional processing in adults with autism spectrum disorder. *Social cognitive and affective neuroscience*, *3*(2), 135-143.
- Willenbockel, V., Sadr, J., Fiset, D., Horne, G. O., Gosselin, F., & Tanaka, J. W. (2010). Controlling low-level image properties: The SHINE toolbox. *Behavior Research Methods*, *42*, 671–684.
- Wolfe, J. M., Kluender, K. R., & Levi, D. M. (2015). *Sensation & perception* (Fourth edition. ed.). Sunderland, Massachusetts: Sinauer Associates, Inc.
- Wong, B., Cronin-Golomb, A., & Nearing, S. (2005). Patterns of Visual Scanning as Predictors of Emotion Identification in Normal Aging. *Neuropsychology*, *19*(6), 739-749. doi: 10.1037/0894-4105.19.6.739
- Woodworth, R. S., & Schlosberg, H. (1954). *Experimental Psychology*. New York: Holt.
- Wright, C. I., Wedig, M. M., Williams, D., Rauch, S. L., & Albert, M. S. (2006). Novel fearful faces activate the amygdala in healthy young and elderly adults. *2*. 27
- Young, A. W., Rowland, D., Calder, A. J., & Etcoff, N. L. (1997). Facial expression megamix: Tests of dimensional and category accounts of emotion recognition. *Cognition*, *63*(3), 271-313. doi: 10.1016/S0010-0277(97)00003-6

Annexe A

Questionnaire de renseignements généraux

Identification: _____

Date : _____

*Les renseignements fournis dans ce questionnaire seront gardés strictement confidentiels et seuls les expérimentateurs y auront accès.
(Le genre masculin sera utilisé afin d'alléger le texte)*

Le participant a consenti verbalement à répondre aux différentes questions suivantes :

Nom :

Courriel pour vous rejoindre : _____

Adresse :

Numéro de téléphone :

Âge :

Sexe :

femme

homme

1. Occupation actuelle: _____

Depuis: _____

2. Quel est votre statut matrimonial?

marié et vivant avec une conjointe

vivant en union libre

séparé/divorcé

veuf

jamais marié

3. Avez-vous des enfants : oui non Si oui, combien? _____

4. Quel est le niveau de scolarité le plus élevé que vous ayez atteint?

aucune scolarité

Primaire (1-7 années)

Secondaire (8-12 années)

- Collégial
- Universitaire

Inventaire des problèmes chroniques de santé

1. Avez-vous actuellement une des maladies suivantes:

- | | | |
|--|-------------|-------------|
| • De la pression artérielle (haute ou basse pression) : | Oui : _____ | Non : _____ |
| • De l'arthrite ou des rhumatismes | Oui : _____ | Non : _____ |
| • Une maladie du cœur (problème cardiaque ou attaque) : | Oui : _____ | Non : _____ |
| • Une maladie de l'œil (glaucome, cataracte) : | Oui : _____ | Non : _____ |
| • De sérieux maux de dos ou de la colonne vertébrale : | Oui : _____ | Non : _____ |
| • Des troubles digestifs ou ulcères d'estomac : | Oui : _____ | Non : _____ |
| • Le diabète : | Oui : _____ | Non : _____ |
| • De l'anémie : | Oui : _____ | Non : _____ |
| • De l'hypercholestérolémie : | Oui : _____ | Non : _____ |
| • De l'asthme, emphyseme, bronchite, toux persistante : | Oui : _____ | Non : _____ |
| • Une maladie du foie : | Oui : _____ | Non : _____ |
| • Une maladie du rein ou un problème urinaire (prostate) : | Oui : _____ | Non : _____ |
| • Un trouble du sommeil : | Oui : _____ | Non : _____ |
| • De daltonisme : | Oui : _____ | Non : _____ |

Souffrez-vous d'une autre maladie chronique? Si oui, laquelle?

2. Avez-vous déjà souffert d'une des maladies suivantes:

- | | | |
|--|-------------|-------------|
| • Accident vasculaire cérébral : | Oui : _____ | Non : _____ |
| • Traumatisme crânien : | Oui : _____ | Non : _____ |
| • Une dépression : | Oui : _____ | Non : _____ |
| • Trouble de santé mentale : | Oui : _____ | Non : _____ |
| • Épilepsie : | Oui : _____ | Non : _____ |
| • Des migraines ou de maux de tête fréquents : | Oui : _____ | Non : _____ |

3. Avez-vous déjà :

- | | | |
|---|-------------|-------------|
| • Perdu connaissance sans raison évidente : | Oui : _____ | Non : _____ |
| • Subit une anesthésie générale : | Oui : _____ | Non : _____ |
| • Subit une chirurgie au cerveau : | Oui : _____ | Non : _____ |
| • Subit une chirurgie aux mains : | Oui : _____ | Non : _____ |
| • Autres : | _____ | _____ |

4. Y a-t-il des membres de votre famille proche qui souffrent ou a déjà souffert de :

- | | | |
|-------------------------------------|-------------|-------------|
| • Trouble de santé mentale : | Oui : _____ | Non : _____ |
| • Maladies du cœur : | Oui : _____ | Non : _____ |
| • Accidents cérébraux-vasculaires : | Oui : _____ | Non : _____ |
| • Dépression : | Oui : _____ | Non : _____ |
| • Autres : | _____ | _____ |

5. Énumérez tous les médicaments (y compris les anovulants) que vous prenez actuellement?

Aucun médicament

_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____

Si le participant ne sait pas quels médicaments il consomme, lui demander de les apporter lors du prochain rendez-vous.

7. Quelles sont vos habitudes de consommation de tabac?

Aucune : _____
Cigarettes par jour : _____
Cigarettes par semaine : _____

8. Quelles sont vos habitudes de consommation de drogue?

Aucune : _____
grammes par jour : _____
grammes par semaine : _____

9. Quelles sont vos habitudes de consommation d'alcool?

Aucune : _____
Occasionnelle : _____
Quotidienne : _____

Si quotidienne, quel est le nombre de breuvages alcoolisés? _____

N.B. Un breuvage alcoolisé = 1 verre de vin, une bière ou un verre de « fort ».

Évaluation de la fonction cognitive

Mini-examen de l'état mental (*Mini-Mental State Examination* ou MMSE)

Nom du patient _____

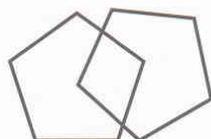
Date _____

Examineur _____

Le MMSE est un test comportant un score maximum de 30 points et visant à évaluer la capacité cognitive du patient en contexte clinique. Les paramètres évalués sont l'orientation, l'attention, la mémoire et le langage.

Mini-examen de l'état mental (MMSE)

Score maximum	Score		
5	_____	ORIENTATION	
5	_____	Demandez au sujet le jour de la semaine, la date, le mois, l'année, la saison. Demandez-lui ensuite de dire où il est: pays, province, ville, immeuble, étage.	
3	_____	ENREGISTREMENT	
		Nommez 3 objets courants (p. ex.: pomme, table, voiture). Prenez une seconde pour prononcer chaque mot. Par la suite, demandez au sujet de répéter les trois mots. Donnez un point par bonne réponse. Répétez la démarche jusqu'à ce que le sujet apprenne tous les mots. Comptez le nombre d'essais et notez-le: _____	
5	_____	ATTENTION ET CALCUL	
		Demandez au sujet d'épeler le mot « monde » à l'envers (E D N O M) (1 point par lettre énumérée correctement). (Note: vous pouvez demander au sujet de compter à rebours par 7 à partir de 100: $100 - 7 = ()$, $93 - 7 = ()$, $86 - 7 = ()$, $79 - 7 = ()$, $72 - 7 = ()$, et d'arrêter quand vous lui demandez (1 point par bonne réponse).	
3	_____	ÉVOCATION	
		Demandez au sujet de nommer de nouveau les trois objets déjà mentionnés (1 point par bonne réponse). (Note: on ne peut vérifier l'évocation si le sujet n'a pas pu se rappeler le nom des trois objets au test d'enregistrement ci-dessus).	
2	_____	LANGAGE	
1	_____	Montrez au sujet un crayon et une montre et demandez-lui de les nommer.	(2 points)
1	_____	Demandez au sujet de répéter l'expression suivante: « Pas de si ni de mais ».	(1 point)
3	_____	Demandez au sujet d'obéir à un ordre en trois temps: « Prenez ce morceau de papier avec la main droite, pliez-le en deux et déposez-le sur le plancher. »	(3 points)
1	_____	LIRE ET SUIVRE LES DIRECTIVES SUIVANTES:	
1	_____	Fermez les yeux.	(1 point)
1	_____	Écrivez une phrase.	(1 point)
1	_____	Copiez le dessin suivant.	(1 point)



Aucune difficulté sur le plan de la construction.

Score total _____

Nom _____ Situation de famille _____ marié(e) vivant maritalement divorcé(e) veuf(ve) séparé(e) célibataireÂge _____ 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. Encerclez 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 encerclez 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).

1 Tristesse

- 0 Je ne me sens pas triste.
- 1 Je me sens très souvent triste.
- 2 Je suis tout le temps triste.
- 3 Je suis si triste ou si malheureux(se), que ce n'est pas supportable.

2 Pessimisme

- 0 Je ne suis pas découragé(e) face à mon avenir.
- 1 Je me sens plus découragé(e) qu'avant face à mon avenir.
- 2 Je ne m'attends pas à ce que les choses s'arrangent pour moi.
- 3 J'ai le sentiment que mon avenir est sans espoir et qu'il ne peut qu'empirer.

3 Échecs dans le passé

- 0 Je n'ai pas le sentiment d'avoir échoué dans la vie, d'être un(e) raté(e).
- 1 J'ai échoué plus souvent que je n'aurais dû.
- 2 Quand je pense à mon passé, je constate un grand nombre d'échecs.
- 3 J'ai le sentiment d'avoir complètement raté ma vie.

4 Perte de plaisir

- 0 J'éprouve toujours autant de plaisir qu'avant aux choses qui me plaisent.
- 1 Je n'éprouve pas autant de plaisir aux choses qu'avant.
- 2 J'éprouve très peu de plaisir aux choses qui me plaisaient habituellement.
- 3 Je n'éprouve aucun plaisir aux choses qui me plaisaient habituellement.

5 Sentiments de culpabilité

- 0 Je ne me sens pas particulièrement coupable.
- 1 Je me sens coupable pour bien des choses que j'ai faites ou que j'aurais dû faire.
- 2 Je me sens coupable la plupart du temps.
- 3 Je me sens tout le temps coupable.

6 Sentiment d'être puni(e)

- 0 Je n'ai pas le sentiment d'être puni(e).
- 1 Je sens que je pourrais être puni(e).
- 2 Je m'attends à être puni(e).
- 3 J'ai le sentiment d'être puni(e).

7 Sentiments négatifs envers soi-même

- 0 Mes sentiments envers moi-même n'ont pas changé.
- 1 J'ai perdu confiance en moi.
- 2 Je suis déçu(e) par moi-même.
- 3 Je ne m'aime pas du tout.

8 Attitude critique envers soi

- 0 Je ne me blâme pas ou ne me critique pas plus que d'habitude.
- 1 Je suis plus critique envers moi-même que je ne l'étais.
- 2 Je me reproche tous mes défauts.
- 3 Je me reproche tous les malheurs qui arrivent.

9 Pensées ou désirs de suicide

- 0 Je ne pense pas du tout à me suicider.
- 1 Il m'arrive de penser à me suicider, mais je ne le ferais pas.
- 2 J'aimerais me suicider.
- 3 Je me suiciderais si l'occasion se présentait.

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 vauds 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

Sous-total, page 2

Sous-total, page 1

QUESTIONNAIRE D'EVALUATION PERSONNELLE

IASTA (Forme Y-1)

Traduit et adapté par Janel Gauthier et Stéphane Bouchard, Université Laval

CONSIGNES: Vous trouverez ci-dessous un certain nombre d'énoncés que les gens ont déjà utilisés pour se décrire.

Lisez chaque énoncé, puis en encerclant le chiffre approprié à droite de l'énoncé, indiquez comment vous vous sentez maintenant, c'est-à-dire à ce moment précis.

Il n'y a pas de bonnes ou de mauvaises réponses. Ne vous attardez pas trop longtemps sur un énoncé ou l'autre mais donnez la réponse qui vous semble décrire le mieux les sentiments que vous éprouvez présentement.

	1	2	3	4
1. Je me sens calme	1	2	3	4
2. Je me sens en sécurité	1	2	3	4
3. Je suis tendu(e)	1	2	3	4
4. Je me sens surmené(e)	1	2	3	4
5. Je me sens tranquille	1	2	3	4
6. Je me sens bouleversé(e)	1	2	3	4
7. Je suis préoccupé(e) actuellement par des malheurs possibles	1	2	3	4
8. Je me sens comblé(e)	1	2	3	4
9. Je me sens effrayé(e)	1	2	3	4
10. Je me sens à l'aise	1	2	3	4
11. Je me sens sûr(e) de moi	1	2	3	4
12. Je me sens nerveux(se)	1	2	3	4
13. Je suis affolé(e)	1	2	3	4
14. Je me sens indécis(e)	1	2	3	4
15. Je suis détendu(e)	1	2	3	4
16. Je me sens satisfait(e)	1	2	3	4
17. Je suis préoccupé(e)	1	2	3	4
18. Je me sens tout mêlé(e)	1	2	3	4
19. Je sens que j'ai les nerfs solides	1	2	3	4
20. Je me sens bien	1	2	3	4

Beaucoup
 Modérément
 Un peu
 Pas du tout

QUESTIONNAIRE D'EVALUATION PERSONNELLE

IASTA (Forme Y-2)

CONSIGNES: Vous trouverez ci-dessous un certain nombre d'énoncés qui ont déjà été utilisés par les gens pour se décrire. Lisez chaque énoncé, puis en encerclant le chiffre approprié à droite de l'énoncé, indiquez comment vous vous sentez en général. Il n'y a pas de bonnes ou de mauvaises réponses. Ne vous attardez pas trop longtemps sur un énoncé ou l'autre mais donnez la réponse qui vous semble décrire le mieux les sentiments que vous éprouvez en général.

	Presque jamais	Quelquefois	Souvent	Presque toujours
21. Je me sens bien	1	2	3	4
22. Je me sens nerveux(se) et agité(e)	1	2	3	4
23. Je me sens content(e) de moi-même	1	2	3	4
24. Je voudrais être aussi heureux(se) que les autres semblent l'être	1	2	3	4
25. J'ai l'impression d'être un(e) raté(e)	1	2	3	4
26. Je me sens reposé(e)	1	2	3	4
27. Je suis d'un grand calme	1	2	3	4
28. Je sens que les difficultés s'accroissent au point où je n'arrive pas à les surmonter	1	2	3	4
29. Je m'en fais trop pour des choses qui n'en valent pas vraiment la peine	1	2	3	4
30. Je suis heureux(se)	1	2	3	4
31. J'ai des pensées troublantes	1	2	3	4
32. Je manque de confiance en moi	1	2	3	4
33. Je me sens en sécurité	1	2	3	4
34. Prendre des décisions m'est facile	1	2	3	4
35. Je sens que je ne suis pas à la hauteur de la situation	1	2	3	4
36. Je suis satisfait(e)	1	2	3	4
37. Des idées sans importance me passent par la tête et me tracassent	1	2	3	4
38. Je prends les désappointements tellement à coeur que je n'arrive pas à les chasser de mon esprit	1	2	3	4
39. Je suis une personne qui a les nerfs solides	1	2	3	4
40. Je deviens tendu(e) ou bouleversé(e) quand je songe à mes préoccupations et à mes intérêts récents	1	2	3	4

Annexe B

Annexe C



**Université
du Québec
à Hull**

Université du Québec en Outaouais

Case postale 1250, succursale B, Hull (Québec), Canada J8X 3X7
Téléphone (819) 595-3900
www.uqo.ca

Formulaire de consentement A

Les interactions sociales au cours du vieillissement normal

Chercheure responsable

Département de psychoéducation et de psychologie (819-595-3900)

Hélène Forget, Ph.D., D.Ps (poste 2261)

Chercheurs collaborateurs

Département de psychoéducation et de psychologie (819-595-3900)

Daniel Fiset, Ph.D. (poste 2357)

Caroline Blais, Ph.D. (poste 4434)

Description de l'étude

Nous sollicitons par la présente votre participation à la recherche en titre, qui vise à vérifier les effets de l'âge sur la performance à des tâches mesurant les habiletés sociales.

Votre participation à ce projet de recherche consiste tout d'abord à prendre part à une première rencontre d'informations concernant la présente étude. Au cours de cette rencontre, le déroulement de l'ensemble de l'expérimentation vous sera décrit en détail. Vous aurez également à remplir divers questionnaires afin de vérifier si vous correspondez aux critères nécessaires pour pouvoir participer à la recherche, mais également pour recueillir des informations sur votre santé et votre acuité visuelle. Si vous remplissez les critères, on vous demandera de remplir un questionnaire sur vos aptitudes générales au niveau émotionnel. Cette première rencontre prendra environ 120 minutes de votre temps. Elle se déroulera à l'Université du Québec en Outaouais ou à votre domicile.

Quatre autres rencontres (ou plus au besoin) seront également fixées, selon votre disponibilité. Pendant ces rencontres qui varieront de 60 min à 120 min, vous accomplirez diverses tâches à l'ordinateur qui consistent à mesurer les habiletés sociales. Plus précisément, vous verrez défiler à l'écran des visages de divers âge et vous devrez effectuer des jugements de l'expression faciale émotionnelle (la peur, la colère, la tristesse, la surprise et le dégoût), des jugements sociaux (par exemple, on peut vous demander de classer des visages selon les mots chargés émotionnellement) ainsi que des jugements de reconnaissance de visages jeunes et âgés. Ces rencontres se tiendront à l'Université du Québec en Outaouais. Vous devez prendre note qu'aucun malaise psychologique ne peut résulter de cette expérimentation. Par contre, vous pourriez ressentir une légère fatigue. Des pauses sont prévues pour vous permettre de vous reposer et vous détendre.

Votre participation à cette étude se fait sur une base volontaire. Vous êtes entièrement libre de participer ou non, et de vous retirer en tout temps sans préjudice. Les risques décrits précédemment associés à votre participation sont minimaux et le chercheur s'engage à mettre en œuvre les moyens nécessaires pour les réduire ou les pallier. La contribution à l'avancement des connaissances au sujet de l'effet du vieillissement dans les interactions sociales est le bénéfice direct anticipé. Une compensation financière de 10,00 \$ vous sera remise pour chaque heure de testage effectuée.

Les données recueillies par cette étude sont entièrement confidentielles et ne pourront en aucun cas mener à votre identification. Votre confidentialité sera assurée. Chaque participant se verra attribuer un code d'identification qui servira par la suite à l'identifier lors de l'analyse des données. Seulement les chercheurs directement impliqués dans le projet de recherche ainsi que les étudiants et assistants de recherche auront accès aux données brutes recueillies dans le cadre ce projet de recherche. Toutes les données seront emmagasinées sur disques compacts et conservées sous clé.

Tous les documents papier seront détruits au bout de cinq ans suivant la dernière publication scientifique. Toutes les données des questionnaires, des tests et des mesures seront conservées dans des fichiers informatiques. Ces données informatiques anonymisées seront détruites cinq ans après que toutes les analyses de données (y compris des analyses secondaires dans des projets de recherches ultérieurs) auront été effectuées. Les données seront diffusées sous forme de conférences ou d'affiches scientifiques dans des congrès spécialisés ou encore sous forme de résumés et d'articles publiés dans des revues spécialisées.

Avec votre permission, nous aimerions pouvoir conserver les données recueillies à la fin du présent projet pour d'autres activités de recherche dans le même domaine. Afin de préserver vos données personnelles et votre identité, les données seront anonymisées, c'est-à-dire qu'il ne sera plus possible à quiconque de pouvoir les relier à votre identité. Nous nous engageons à respecter les mêmes règles d'éthique que pour le présent projet

- J'accepte une utilisation secondaire des données que je vais fournir.
- Je refuse une utilisation secondaire des données que je vais fournir.

Avec votre permission, nous aimerions pouvoir communiquer avec vous dans les prochaines années afin de solliciter votre participation à une autre étude dans le même domaine.

- J'accepte d'être appelé dans les prochaines années.
- Je refuse d'être appelé dans les prochaines années.

Si vous avez des questions concernant ce projet de recherche, vous pouvez communiquer avec Hélène Forget, chercheure responsable de ce projet de recherche au 819-595-3900 (poste 2261) ou à l'adresse courriel helene.forget@uqo.ca. Ce projet de recherche a reçu l'approbation du Comité d'éthique de la recherche de l'UQO. Si vous avez des questions concernant les aspects éthiques de ce projet, communiquez avec André Durivage, président du Comité d'éthique de la recherche de l'Université du Québec en Outaouais au 819-595-3900 (poste 1781).

Votre signature atteste que vous avez clairement compris les renseignements concernant votre participation au projet de recherche et indique que vous acceptez d'y participer. Elle ne signifie pas que vous acceptez d'aliéner vos droits et de libérer les chercheurs ou les responsables de leurs responsabilités juridiques ou professionnelles. Votre participation devant être aussi éclairée que votre décision initiale de participer au projet, vous devez en connaître tous les tenants et aboutissants au cours du déroulement de la recherche. En conséquence, vous ne devrez jamais hésiter à demander des éclaircissements ou de nouveaux renseignements au cours du projet

Après avoir pris connaissance des renseignements concernant ma participation à ce projet de recherche, j'appose ma signature signifiant que j'accepte librement d'y participer. Le formulaire est signé en deux exemplaires et j'en conserve une copie.

Nom du participant : _____

Signature du participant : _____ Date : _____

Nom du chercheur
ou de l'assistant de recherche: _____

Signature du chercheur : _____ Date : _____