

Université du Québec en Outaouais

**Titre de l'essai : L'information visuelle utilisée pour effectuer un jugement de confiance
implicite**

Essai doctoral
Présenté au
Département de psychoéducation et de psychologie

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

Par
© Mélissa Carré

Février 2021

Composition du jury

Titre de l'essai : L'information visuelle utilisée pour effectuer un jugement de confiance

Par
Mélissa Carré

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

Caroline Blais, Ph.D., directrice de recherche, Département de psychoéducation et de psychologie, Université du Québec en Outaouais.
Daniel Fiset, Ph.D., co-directeur de recherche, Département de psychoéducation et de psychologie, Université du Québec en Outaouais.
Stéphanie Cormier, Ph.D., examinatrice interne, Département de psychoéducation et de psychologie, Université du Québec en Outaouais.
Paul Samuel Greenman, Ph.D., examinateur interne, Département de psychoéducation et de psychologie, Université du Québec en Outaouais.
Isabelle Boutet, Ph.D., examinatrice externe, Psychologie, Faculté des sciences sociales, Université d'Ottawa.

Remerciements

Cet essai doctoral marque la fin d'un long parcours académique et je tiens à souligner la participation des gens qui ont contribué à rendre possible la réalisation de ce projet.

Tout d'abord, je tiens à exprimer ma reconnaissance à ma directrice, Caroline Blais et à mon co-directeur Daniel Fiset. Je vous remercie de m'avoir donné ma chance. C'est en grande partie grâce à vous si je peux porter fièrement mon titre professionnel aujourd'hui. Un énorme merci Caro d'avoir été une directrice hors pair. Merci pour le partage de tes connaissances, ton professionnalisme, ta rigueur scientifique, ta disponibilité, ton écoute et ta douceur. Merci d'avoir été une directrice sur laquelle j'ai pu compter. Merci pour la confiance accordée et le soutien lorsque j'ai traversé une période plus difficile du doctorat ainsi que pour ta compréhension lorsque le rythme de rédaction a parfois ralenti. Merci Dan, d'avoir été celui qui a reconnu ma motivation ainsi que ma détermination à faire des études doctorales et qui a cru que je pouvais devenir neuropsychologue. Merci pour ta transparence et pour toutes les fois où tu as su quoi me dire lorsque j'étais confrontée à des défis.

Je tiens également à remercier Isabelle Green-Demers. Isabelle, tu as fait une différence dans mon parcours. Merci pour la gentillesse et la bienveillance dont tu as fait preuve à mon égard.

Je remercie Paul Samuel Greenman, Stéphanie Cormier et Isabelle Boutet d'avoir accepté de faire partie de mon comité d'évaluation et pour les commentaires constructifs. Merci également à tous les participants d'avoir pris le temps de participer à cette étude.

Je tiens maintenant à adresser mes remerciements aux membres de ma famille pour leur appui et leur patience. À ma mère et à mes beaux-parents, merci d'avoir pris bien soin de Magalie lorsque j'avais besoin de temps pour rédiger. Merci à ma mère, pour le support, l'écoute et la

réassurance offerte. À ma belle-mère Danielle, merci pour toute l'aide apportée et ta grande générosité. Merci à ma grand-mère qui m'a toujours encouragée dans mes projets. Un merci également à ma meilleure amie Jannel pour l'écoute et le précieux soutien. Un merci tout particulier à mon conjoint Simon qui a vécu à mes côtés les bons moments du doctorat comme les moins bons. Merci d'avoir dédramatisé plusieurs situations grâce à ton sens de l'humour aiguisé. À ma petite Magalie d'amour, merci de me permettre de maintenir un équilibre entre ma vie professionnelle ainsi que personnelle et de me rappeler que le bonheur se résume qu'à bien peu de choses. À mon père et à mon grand-père, merci pour votre amour et pour avoir cru que je pouvais aller loin dans la vie, j'aurais tant aimé partager ce moment de fierté avec vous.

Résumé

En tant qu'Occidentaux, nous avons particulièrement tendance à porter certains jugements sociaux basés sur l'apparence faciale, notamment un jugement de confiance, et à nous former ainsi une première impression de par les aspects physiques d'un visage. La présence d'un consensus des jugements sociaux suggère que des traits faciaux disponibles au système visuel de l'observateur mènent assez systématiquement à des jugements similaires. Dans le présent domaine d'intérêt, diverses recherches permettant d'opposer les jugements de confiance effectués de manière explicite, c'est-à-dire délibérée et en connaissance de cause, ainsi qu'implicite, soit automatique, ont été effectuées. Le présent projet s'inscrit dans ce courant. Plus précisément, le but de cette étude est d'investiguer les composantes implicites du jugement de confiance, car jusqu'ici les travaux se sont particulièrement intéressés à sa nature explicite. Puisque les mécanismes neuronaux utilisés pour émettre un jugement de confiance explicite sont partiellement différents de ceux impliqués dans le jugement de confiance implicite, nous avons vérifié si l'information visuelle menant à une augmentation ou à une diminution du percept de confiance est influencée par sa nature explicite versus implicite. De nombreuses contributions scientifiques montrent qu'en présence de signaux menaçants, de peur, la réponse neuronale de l'amygdale augmente, et que l'information visuelle en basses fréquences spatiales serait prioritairement utilisée par cette structure cérébrale. Parallèlement, plusieurs études laissent supposer que l'amygdale serait impliquée dans les jugements de confiance implicites. Nous avons donc également vérifié si le jugement de confiance implicite repose davantage sur l'utilisation des basses fréquences spatiales comparativement au jugement de confiance explicite. Pour ce faire, nous avons utilisé la méthode des Bulles (Gosselin & Schyns, 2001), laquelle a permis d'identifier l'information visuelle utilisée par les observateurs pour effectuer un jugement de confiance tout en permettant de révéler l'information significative dans les différentes bandes de

fréquences spatiales. En parallèle, nous avons eu recours à une tâche de décision économique nommée « *Trust Game* » (Berg et al., 1995) à titre de mesure implicite. La tâche était divisée en deux conditions ; la première avec bulles et la seconde sans bulle, pour établir une différence de percept pour un même visage. Les résultats obtenus ont ensuite été comparés à une expérience identique au niveau méthodologique déjà menée dans le laboratoire, hormis pour la nature explicite des jugements de confiance. Contrairement à ce qui était attendu, nos résultats n'appuient pas notre hypothèse selon laquelle l'information visuelle sous-tendant le percept de confiance diffère pour les jugements implicites et explicites. Néanmoins, le présent essai a permis de clarifier les différences perceptives dans le traitement des visages selon qu'un jugement social est effectué de manière explicite ou implicite.

Mots-clés : Jugements sociaux, percept de confiance, processus implicites, information visuelle

Table des matières

Remerciements.....	iii
Résumé.....	v
Table des matières.....	vii
Liste des figures	ix
Chapitre 1- Cadre théorique	1
1.1. Introduction	1
1.2. La formation d'une première impression basée sur l'apparence faciale.....	3
1.2.1. Le jugement de confiance se fait de manière automatique chez les individus.....	3
1.2.2. Les conséquences sociales et économiques d'un jugement de confiance	6
1.2. Consensus des jugements individuels et nature de l'information visuelle utilisée lors d'un jugement de confiance	9
1.3. L'information visuelle utilisée pour effectuer un jugement de confiance	10
1.3.1. Le modèle à deux dimensions de l'évaluation des visages.....	11
1.3.2. La technique de corrélation inverse	13
1.3.3. La méthode des Bulles	14
1.4. Les mécanismes neuronaux sous-tendant les jugements de confiance implicites et explicites	16
1.5. Basses fréquences spatiales, amygdale et traitement des yeux	21
1.5.1. Basses fréquences spatiales et amygdale.....	21
1.5.2. L'Amygdale et le traitement des yeux	22
1.6. Objectifs et hypothèses.....	25
Chapitre 2- Méthodologie.....	27
2.1. Participants	27
2.2. Instruments.....	27
2.3. Procédure.....	28
Chapitre 3- Analyses statistiques et résultats.....	33
3.1 Analyses statistiques.....	33
3.2. Résultats	34
Chapitre 4-Discussion.....	36
4.1. Résultats non significatifs et limites méthodologiques.....	37
4.1.1. Résultats non significatifs.....	37
4.4.2. Limites méthodologiques	38
4.2. Contribution à l'avancement des connaissances	41
4.3. Perspectives futures.....	42
4.4. Retombées théoriques et pratiques.....	45
Conclusion.....	47

<i>Références.....</i>	<i>48</i>
<i>Annexe A – Formulaire de consentement.....</i>	<i>64</i>

Liste des figures

Figure 1. <i>Illustration de la technique de corrélation inverse</i>	14
Figure 2. <i>Illustration de la tâche de décision économique</i>	30
Figure 3. <i>Illustration de la méthode des Bulles (Gosselin & Schyns, 2001)</i>	32
Figure 4. <i>Images de classification</i>	35

Chapitre 1- Cadre théorique

1.1. Introduction

Pendant un instant, imaginez avoir décroché un emploi dans un nouveau milieu. Dans les premiers jours, vous apprivoisez votre nouvel environnement de travail, vous faites brièvement connaissance avec les membres de votre équipe. Vos premières discussions avec ces derniers sont essentiellement professionnelles. Au fil des jours, vous faites de plus en plus de confidences à l'un de vos collègues, alors que vous êtes plus vigilants dans vos propos avec un autre. Accorder sa confiance est une prise de décision qui reposerait à la base sur une hypothèse, une vague impression de sentiment de sécurité face à un autre individu (Marzano, 2010). En d'autres mots, il s'agit d'une prise de décision intuitive, c'est-à-dire une décision sans raisonnement volontaire. Cela dit, cette décision prise à la base grâce à notre expérience sensorielle nous place conséquemment dans une position de vulnérabilité (Marzano, 2010). Cet essai s'intéresse à l'information visuelle utilisée pour émettre un jugement de confiance implicite, c'est-à-dire lorsqu'on laisse le processus s'effectuer de façon automatique, sans demander d'effectuer un jugement de confiance délibéré (Engell et al., 2007). En laboratoire, plusieurs options sont possibles pour mesurer la nature implicite d'un percept de confiance, par exemple par le biais d'une tâche de mémoire (Engell et al., 2007), d'estimation de l'âge (Winston et al., 2002) ou encore par une tâche de décision économique (Van't Wout & Sanfey, 2007). C'est cette dernière option qui sera utilisée pour le présent projet.

Nous, les Occidentaux, avons particulièrement tendance à porter certains jugements sociaux sur autrui, notamment un jugement de confiance, et à nous former ainsi une première impression de par les aspects physiques d'un visage (Bar et al., 2006; Chartrand & Bargh, 1996; Naunann et al., 2009; Todorov et al., 2009; Willis & Todorov, 2006). Par le biais d'indices

statiques (p. ex., la forme des yeux et du visage) et dynamiques (p. ex., les expressions faciales ainsi que la posture), un jugement est fait dès le premier contact (Naunann et al., 2009; Oosterhof & Todorov, 2008; Robinson et al., 2014; Walker & Vetter, 2009). Tout un courant des neurosciences sociales porte sur les mécanismes impliqués dans la formation de la première impression. Le présent projet s'inscrit dans ce courant. Plus spécifiquement, le but est de mieux comprendre l'information visuelle utilisée pour émettre un jugement de confiance. Au cours du présent essai, une explication élaborée du jugement de confiance comme état de première impression persistante et de processus automatique rapide sera discutée. Pour continuer, l'idée d'un consensus entre individus concernant un percept de confiance sera abordée en lien avec l'information visuelle utilisée pour émettre un jugement. Dans le présent domaine d'intérêt, diverses recherches permettant d'opposer les jugements de confiances effectués de manière explicite, c'est-à-dire délibérée et en connaissance de cause, ainsi qu'implicite, soit automatique, ont été menées. Ceci dit, ces deux types de jugement de confiance sous-tendent des mécanismes neuronaux différents. Entre autres, l'amygdale, une structure dont l'une des principales fonctions serait de détecter le danger, serait davantage recrutée lors des jugements de confiance implicite (Engell et al., 2007). Cette structure utiliserait prioritairement les basses fréquences spatiales (Vuilleumier et al., 2003), ce qui nous permet de poser l'hypothèse que l'information visuelle utilisée puisse différer lors de jugements de confiance explicite et implicite. Dans le cadre de la présente étude, nous tenterons de clarifier les différences perceptives dans le traitement des visages selon qu'un jugement social est effectué de manière explicite ou implicite. Pour les fins de la présente étude, il est important de retenir que les travaux recensés portent sur la culture occidentale. Avec l'avancement des connaissances dans le domaine de la perception sociale, il y a plusieurs raisons de croire qu'il existe des différences culturelles qui peuvent entraîner un biais de jugement (p.ex. biais implicite) pour effectuer un jugement social, notamment le percept de

confiance, notre sujet d'intérêt. En ce sens, nous avons opté en faveur de jugements de confiance faits sur des visages de la même ethnie que l'observateur pour notre étude puisque cet aspect peut influencer le jugement (Charbonneau et al., 2020).

1.2. La formation d'une première impression basée sur l'apparence faciale

Tous les jours, nous rencontrons de nouvelles personnes sur notre chemin, et une première impression se fait en un clin d'œil. La rapidité avec laquelle elle s'installe appuie l'idée que l'inférence de traits de personnalité en se basant uniquement sur l'apparence faciale de l'individu puisse se faire de façon automatique (Naunann et al., 2009; Todorov & Uleman, 2002, 2003, 2004). Tel qu'expliqué ici-bas, cette première impression est persistante et amène des conséquences sociales et économiques durables modifiant les comportements futurs adoptés envers un autre individu.

1.2.1. Le jugement de confiance se fait de manière automatique chez les individus

Plusieurs chercheurs ont tenté de mesurer la formation d'une première impression à partir de l'apparence faciale. Les principaux jugements sociaux ayant fait l'objet d'intérêt sont la beauté d'un visage, l'attraction, l'agressivité, la chaleur, la compétence, la dominance ainsi que la dignité de confiance (Ballew & Todorov, 2007; Bar et al., 2006; Fiske et al., 2001; Olson & Marshuetz, 2005; Olivola & Todorov, 2010; Todorov et al., 2009; Willis & Todorov, 2006).

Quelques chercheurs se sont plus spécifiquement intéressés à l'automaticité de la formation de la première impression (Bar et al., 2006; Todorov et al., 2009; Willis & Todorov, 2006). Ceux-ci ont manipulé le temps pendant lequel des photographies de visage étaient présentées aux participants, et ont vérifié si les jugements de confiance effectués après de courtes périodes d'exposition corrélaient avec ceux effectués sans contraintes temporelles. Dans leur étude, Willis et Todorov (2006) présentaient des photographies de visages à expression neutre pendant des

temps d'exposition de 100 ms, 500 ms et 1000 ms. Les résultats obtenus ont permis de montrer que 100 ms d'exposition sont suffisantes pour inférer un trait de personnalité. Dans le même ordre d'idées, des chercheurs ont tenté de vérifier le temps d'exposition nécessaire pour porter un jugement sur le caractère menaçant des visages (Bar et al., 2006). Il s'avère important d'aborder cette étude, car l'aspect de menace perçu dans un visage est intimement lié au jugement de confiance attribué (Oosterhof & Todorov, 2008). Les résultats de cette étude ont montré que de premières impressions cohérentes entre les individus sont formées très rapidement, basées sur une présentation visuelle de l'ordre de 39 ms, un temps d'exposition encore plus court que celui trouvé dans l'étude mentionnée précédemment. Toutefois, les résultats ont aussi révélé qu'une exposition d'une durée de 26 ms n'était pas suffisante pour former une première impression cohérente. De façon congruente avec les études mentionnées ci-haut, les données d'une étude réalisée par Todorov et ses collègues (2009) ont montré qu'une exposition de 50 ms était suffisante pour faire un jugement de confiance. En résumé, nous retenons que les résultats de ces différentes études impliquent que l'information visuelle nécessaire pour émettre un jugement de confiance est traitée très rapidement.

De manière intéressante, il a été montré que des jugements effectués après de très brèves expositions à des visages ont un impact réel sur le comportement. En effet, une étude a révélé que des jugements rapides portant sur la compétence de candidats politiques peuvent permettre de prédire les résultats à des élections gouvernementales (Ballew & Todorov, 2007). Dans cette étude, des visages de candidats politiques gagnants et de finalistes ont été présentés à des participants qui ne connaissaient pas ces candidats, et il leur était demandé de juger de la compétence de ces derniers en se basant uniquement sur leur apparence faciale. Les résultats obtenus ont révélé une corrélation entre le niveau de compétence perçu à partir de l'apparence faciale seulement, et les résultats des élections. De plus, les résultats ont montré que les

prédictions des participants étaient aussi exactes à 100 ms qu'à 250 ms d'exposition, ainsi qu'après un temps illimité d'exposition. Ainsi, des jugements rapides et irréfléchis de la compétence basée seulement sur l'apparence faciale prédisent les résultats à des élections politiques, même après 100 ms! De plus, lors de cette étude, Ballew & Todorov (2007) ont cherché à savoir si le fait de recevoir des instructions différentes avant de faire la tâche avait un impact sur le temps pris pour émettre un jugement. Plus précisément, dans une première partie de leur étude, les chercheurs ont donné comme instruction aux participants de juger la compétence des candidats politique avec leur première impression. Dans la deuxième partie, il était explicitement demandé aux participants de choisir délibérément lequel des candidats serait le meilleur pour mener l'état, sans spécifiquement leur demander de juger de la compétence perçue, comme c'était le cas dans la première étude. Lors d'un jugement délibéré, de longs délais ont été observés avant la prise d'une décision, et ces délais étaient associés à une baisse de l'exactitude des prédictions. Ces résultats suggèrent que lors d'une décision sociale réfléchie, d'autres informations que l'apparence faciale sont prises en compte, comme la façon dont une personne est vêtue (Oh et al., 2019). Ces informations altèrent l'automatisme des jugements et interfèrent avec l'exactitude des prédictions.

En somme, de nombreuses études appuient l'idée que certains jugements sociaux se font de manière automatique, et requièrent très peu de temps d'exposition pour être effectués. Comme nous le verrons dans la section suivante, des conséquences sociales et économiques importantes peuvent découler de ces jugements sociaux. Dans le cas d'un jugement de confiance, la première impression amène des conséquences sociales et économiques durables modifiant les comportements futurs adoptés envers un autre individu.

1.2.2. Les conséquences sociales et économiques d'un jugement de confiance

De nombreux chercheurs se sont intéressés à l'impact de l'apparence faciale d'un individu sur le traitement que celui-ci reçoit de la part des autres (Bar et al., 2006; Chen & Bargh, 1999; Olivola & Todorov, 2010; Olsen & Marshuetz, 2005; Oosterhof & Todorov, 2008; Said et al., 2008; Todorov, 2008; Todorov et al., 2005; Zebrowitz et al., 2002; Zebrowitz-McArthur & Berry, 1987; Zebrowitz & Montepare, 2008; Zebrowitz & Rhodes, 2004). Des inférences de traits de caractère sont faites à partir de l'information du visage. Dans une perspective sociale, il a été montré que le jugement de personnalité influence le comportement adopté avec les personnes côtoyées, c'est-à-dire un comportement d'approche ou d'évitement (Olivola et al., 2014; Olivola & Todorov, 2010; Oosterhof & Todorov, 2008; Todorov et al., 2005; Todorov et al., 2015). Donc, non seulement des inférences de traits de caractère sont attribuées uniquement en présence de l'apparence faciale, mais des actions sont posées en fonction de ces derniers! Plus concrètement, les gens avec un visage aux traits attirants semblent bénéficier davantage d'un traitement positif dans leur quotidien, que ce soit pour l'obtention d'un poste, ou pour recevoir de l'aide (Bar et al., 2006; Olsen & Marshuetz, 2005; Zebrowitz et al., 2002; Zebrowitz & Montepare, 2008; Zebrowitz & Rhodes, 2004). Sur la même note, selon la théorie de la généralisation (2008), lorsque certains traits faciaux sont davantage retrouvés chez certaines catégories (p.ex. traits retrouvés chez un bébé dont de grands yeux), et que des traits sociaux sont aussi plus retrouvés dans cette même catégorie (p. ex. les bébés sont généralement perçus comme peu menaçants), une association est créée. Plus précisément à force d'être exposé à cette association traits faciaux / traits sociaux présents dans une même catégorie, on apprend l'association et on la généralise (Zebrowitz & Montepare, 2008). Par exemple, les adultes au visage doux présentant des traits faciaux similaires à des bébés, tels que de grands yeux, un petit nez, une petite bouche, un visage rond, ou un grand front avec un petit menton, s'attirent

davantage la grâce et la protection d'autrui, car ils sont perçus comme étant naïfs, soumis, faibles, chaleureux et honnêtes (Zebrowitz-McArthur & Berry, 1987; Zebrowitz & Montepare, 2008). Cette association permet également de suggérer que le percept de confiance puisse être relié à la perception des expressions émotionnelles dans un visage (Oosterhof & Todorov, 2008; Zebrowitz et al., 2010; Zebrowitz & Montepare, 2008). Cet aspect sera discuté plus en détail dans la section correspondante. Même en ce qui concerne les allégeances politiques, une forte tendance commune influence le choix électoral et il s'agit essentiellement du caractère positif perçu dans le visage du candidat (Olivola & Todorov, 2010; Said et al., 2008; Todorov et al., 2005). Un candidat répondant aux critères de personnalité dits positifs bénéficie d'une confiance de la part de son public et est jugé plus compétent pour mener l'état en dépit des informations objectives fournies, notamment l'âge, le sexe, le dossier électoral, etc. (Olivola & Todorov, 2010). D'autre part, des traits faciaux colériques amènent l'évitement et un état défensif de la part d'autrui (Zebrowitz & Montepare, 2008).

Dans les études présentées jusqu'à maintenant, dans les premières sections de cet essai, les chercheurs utilisaient tous des tâches de type explicite, c'est-à-dire qu'ils avaient explicitement demandé aux participants d'effectuer les jugements sociaux à l'étude. Dans la mesure où la formation d'une première impression est un processus rapide et automatique, dans lequel des conséquences comportementales, sociales, et économiques entrent en jeu, il peut être intéressant de procéder de manière à ce que la tâche soit plus implicite en ne demandant pas explicitement au participant d'effectuer un jugement social d'autant plus lorsqu'on sait que plusieurs biais peuvent interférer avec les jugements lorsqu'ils sont délibérés. Afin d'explorer davantage cette avenue, des chercheurs se sont interrogés à savoir comment l'information initiale de nature implicite concernant les traits de dignité de confiance influence la stratégie économique dans un paradigme de « *Trust Game* » (Berg et al., 1995; Chang et al., 2010). Cette tâche de

décision économique, initialement nommée jeu d'investissement (Berg et al., 1995), a été développée dans le domaine de l'économie comportementale dans le but d'étudier le comportement des individus impliqués dans une relation où ils doivent faire confiance à un partenaire. Ce paradigme permet de mesurer les opérations psychologiques de la confiance en évaluant le degré auquel un individu est enclin à prendre un risque financier avec le partenaire de jeu (Chang et al., 2010). Dans ce paradigme, deux joueurs sont normalement impliqués: un premier joueur se voit attribuer le rôle de l'investisseur, et un deuxième joueur prend le rôle du partenaire de jeu. Dans l'étude de Chang et ses collègues (2010), le partenaire était virtuel et changeait d'un essai à l'autre. Seule sa photographie était présentée au participant (lequel avait toujours le rôle de l'investisseur), et ce dernier devait décider d'un montant à investir auprès de chaque partenaire virtuel qui lui était présenté. Ensuite, la somme investie était aléatoirement augmentée ou diminuée par incrémentations de 1\$. Les résultats indiquaient que le niveau de dignité de confiance du visage (tel que jugé par des observateurs indépendants) était traité et avait une influence sur la stratégie économique des participants, c'est-à-dire sur les sommes d'argent investies, même s'il ne leur était pas explicitement demandé d'émettre un jugement de confiance sur les partenaires virtuels.

Le succès de la civilisation humaine peut largement être attribuable à notre remarquable habileté à coopérer avec les autres, et ces relations où les individus prennent des risques lors de prise de décisions sont fondées sur la confiance (Chang et al., 2010). En somme, dans une perspective psychologique, la confiance peut être considérée comme le degré auquel un individu croit qu'une relation avec un autre individu va l'aider à atteindre un but spécifique de nature indépendante, et cette évaluation automatique suivie d'une décision comporte des conséquences sociales et économiques comme discuté précédemment (Chang et al., 2010). Toujours dans l'optique d'en venir à faire le pont entre l'information visuelle utilisée et un jugement de

confiance implicite, la section suivante décrit un consensus chez les Occidentaux concernant le jugement de confiance et soulève des implications des propriétés visuelles utilisées afin d'améliorer la compréhension des interactions sociales basées sur un processus bref et automatique.

1.2. Consensus des jugements individuels et nature de l'information visuelle utilisée lors d'un jugement de confiance

Le visage est à la fois une source primaire d'information visuelle et d'information sociale concernant les états mentaux et émotionnels d'autrui. De façon intéressante, les individus tendent à être en accord quant à leurs jugements sociaux, ce qui indique notamment que le visage fournit de l'information visuelle interprétée de manière cohérente entre individus occidentaux (Oosterhof & Todorov, 2008). Cependant, il est important de souligner que l'idée d'un consensus ne réfère pas à une exactitude des jugements (Rule et al., 2012). En ce sens, les jugements de confiance ne seraient pas d'emblée exacts, bien que reflétant une impression subjective avec laquelle les individus sont en accord (Rule et al., 2012). À vrai dire, l'exactitude, laquelle réfère à la validité du jugement, serait à peine plus grande que la chance (Todorov et al., 2015). Donc, l'idée est de savoir si les personnes perçues dignes de confiance sur la base de l'apparence faciale adoptent également des comportements qui vont dans ce sens et de même pour les gens jugés non dignes de confiance. Pour en apprendre davantage concernant la notion d'exactitude, des chercheurs ont répertorié plusieurs comportements définis par la littérature comme étant dignes ou non dignes de confiance dans différents domaines de la vie quotidienne, notamment dans le milieu des finances, dans le domaine militaire et le milieu scolaire (Rule et al., 2012). Plus précisément, pour chacune des parties de l'étude représentant un domaine spécifique, une comparaison des jugements de confiance faits par les participants à partir de photos de l'apparence faciale d'individus connus

pour avoir eu un comportement «honnête» ou «malhonnête» était effectuée (p.ex. photos d'individus ayant commis des actes criminels tels des fraudes et des dirigeants de compagnies honnêtes, des militaires dits héros et des militaires criminels ainsi que des étudiants honnêtes et des étudiants ayant triché à un examen). Tel qu'attendu, les résultats montrent un consensus des jugements pour l'ensemble des différents milieux sélectionnés et comportements associés. En revanche, ces jugements n'étaient pas exacts, c'est-à-dire que les participants n'ont pas catégorisé les photos d'individus ayant adopté des comportements définis de «malhonnêtes» comme étant moins dignes de confiance que ceux caractérisés d'«honnêtes» ou dignes de confiance. Bien que les jugements soient généralement non exacts, le fait qu'un consensus soit observé dans les jugements supporte fortement l'idée que l'information visuelle prélevée dans un visage est cohérente entre individus.

1.3. L'information visuelle utilisée pour effectuer un jugement de confiance

Lorsque demandé à une personne d'identifier verbalement quelle région du visage elle utilise pour poser un jugement social, il est fort probable que cette dernière nomme une caractéristique saillante. Par exemple, imaginez le visage de Julia Roberts, à quelle partie de son visage pensez-vous momentanément? Il s'agit probablement de la bouche! Cependant, plusieurs détails plus subtils ne sont pas remarqués, laissant ainsi de côté une richesse d'information visuelle. En fait, il peut être difficile de donner un caractère verbal à l'ensemble des détails fins utilisés pour poser un jugement basé sur l'apparence faciale. Le visage est un stimulus vaste et les dimensions sous-jacentes à sa perception sont abstraites (Adolph et al., 2016; Todorov et al., 2011). Des chercheurs ont utilisé diverses techniques, notamment le modèle bidimensionnel d'Oosterhof et Todorov (2008), la corrélation inverse (Gosselin & Schyns, 2003; Mangini & Biederman, 2004) et la méthode des Bulles (Gosselin & Schyns, 2001) afin d'identifier quelle

information visuelle est cruciale dans le visage pour former un percept de confiance (Dotsch & Todorov, 2012; Oosterhof & Todorov, 2008; Robinson et al., 2014; Todorov et al., 2008).

Notons que ces méthodes sont guidées par les données (« *data-driven* »), c'est-à-dire qu'elles ne font pas d'apriori théorique sur l'identité des traits faciaux composant un visage et un percept de confiance (voir Jack et al., 2018 pour une revue de ce type de recherche guidé par les données en vision sociale).

1.3.1. Le modèle à deux dimensions de l'évaluation des visages

La très grande corrélation observée entre les différents jugements sociaux à partir de l'apparence faciale est l'une des principales raisons ayant motivé deux chercheurs influents dans le domaine de la perception sociale à investiguer les bases structurelles sous-jacentes à l'évaluation des visages (Oosterhof & Todorov, 2008). L'objectif des chercheurs était dans un premier temps d'identifier les dimensions sous-jacentes à l'évaluation des visages et dans un deuxième temps de construire un modèle représentant comment les visages varient sur ces dimensions tout en déterminant les détails faciaux qui donnent lieu à des jugements. Finalement, le but était également d'associer ces données à une perspective évolutive qui rend compte de la rapidité d'une première impression sans qu'elle soit nécessairement exacte. Concrètement, les chercheurs ont d'abord identifié et répertorié une grande variété de traits psychologiques spontanément utilisés pour catégoriser des visages émotionnellement neutres, tels que l'attrance, la sociabilité, l'agressivité et la dominance pour ne nommer que ceux-ci. Ils ont ensuite soumis ces jugements à une analyse de composante principale. Les chercheurs ont ainsi démontré que l'ensemble des jugements sociaux peut être regroupé sous deux dimensions orthogonales; la valence émotionnelle, soit l'habileté à percevoir le bon en opposition au mauvais dans un visage, puis, la dominance, laquelle serait associée à des traits masculins et de maturité faciale

(Oosterhof & Todorov, 2008). Cette impression serait étroitement liée aux traits psychologiques d'agressivité, de fort caractère et de l'évaluation de la force physique (Oosterhof & Todorov, 2008; Toscano et al., 2016). Ce modèle à deux dimensions est cohérent avec d'autres modèles dimensionnels proposés dans le domaine de la perception sociale, bien que les dimensions identifier, par ailleurs similaires, puissent varier quelque peu (Fiske et al., 2007; Wiggins & Pincus, 1989). Ces résultats suggèrent globalement que les jugements de confiance et de dominance représentent une bonne approximation des dimensions de l'évaluation des visages. Sur la base de cette découverte, Oosterhof et Todorov (2008) ont créé un espace bi-dimensionnel dans lequel chaque jugement social peut être représenté comme une fonction de ces deux dimensions. Ils ont ensuite construit un modèle statistique faisant ressortir les changements des caractéristiques faciales en fonction des deux dimensions. En principe, ce modèle tient compte de multiples inférences de traits à partir de visages à expression neutre et une quantité infinie de visages peut ainsi être générée. Les chercheurs ont non seulement été en mesure de démontrer que l'ensemble des jugements sociaux varie sur les deux dimensions en question, mais également d'identifier les changements qui surviennent dans les traits du visage, notamment à la région des yeux, des sourcils et de la bouche, ainsi que dans le contour du visage. Ainsi, le percept de confiance est transformé en fonction des dimensions. Par exemple, plus les caractéristiques faciales se rapprochent des expressions de joie et représentent un visage joyeux, plus la perception de confiance augmente (et la dominance diminue). D'autre part, plus les traits se rapprochent de l'expression de colère, plus le visage est perçu comme étant peu digne de confiance (ou dominant). Autre exemple, plus l'écart entre les yeux et les sourcils augmentait, plus les traits faciaux s'apparentaient à ceux d'un bébé et le visage était perçu du même coup comme étant plus digne de confiance. Ces résultats suggèrent que l'évaluation des visages implique une surgénéralisation des indices de joie et de colère perçus, dans l'optique d'inférer les

intentions des autres, d'évaluer leur habileté à agir sur ces intentions et d'adapter le comportement en conséquence (p. ex. approche ou évitement; Oosterhof & Todorov, 2008).

L'apprentissage et la généralisation de cette association peut ainsi rendre compte de la rapidité des jugements, bien que ces derniers ne s'avèrent pas d'emblée exacts (Oosterhof & Todorov, 2008 ; Zebrowitz et al., 2010; Zebrowitz & Montepare, 2008).

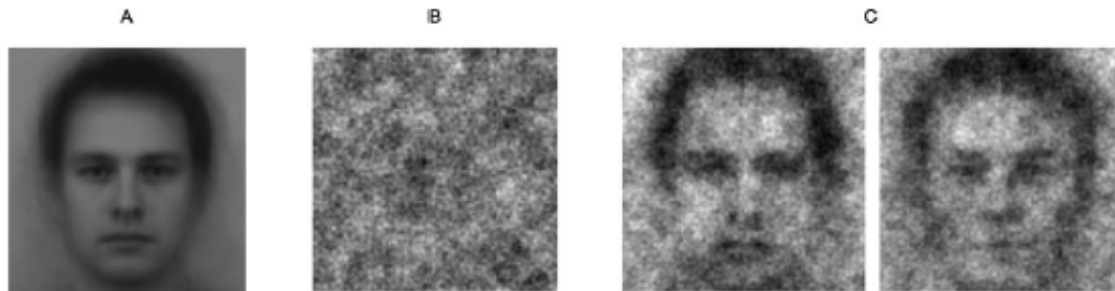
1.3.2. La technique de corrélation inverse

Toujours dans le but d'identifier les informations visuelles pertinentes au jugement de confiance, d'autres méthodes « *data-driven* » telles que la corrélation inverse sont également utiles. L'étude qui nous intéresse se différencie largement des études antérieures ayant utilisé la corrélation inverse, laquelle correspond à superposer du bruit visuel à des images de base. Le bruit visuel généré est par définition aléatoire et correspond à une plage de valeurs se situant entre 0 (noir) et 1 (blanc). Alors que cette technique était classiquement employée pour effectuer de la catégorisation, notamment de genre (p. ex. homme ou femme), d'identité (p. ex. John Travolta ou Tom Cruise) et d'expression faciale sur des images cibles, des chercheurs (Dostch & Todorov, 2012) ont adapté la technique afin d'identifier les régions visuelles diagnostiques d'un visage pour poser un jugement de confiance. Par cette approche, les participants effectuaient un jugement sur des visages altérés par du bruit visuel, lequel produit conséquemment une distorsion de l'image de base, permettant ainsi de générer de multiples variations de visages. Le but était de mettre en évidence les caractéristiques faciales qui influencent les jugements sociaux. Les résultats suggèrent que des variations au niveau de la bouche, des yeux, des sourcils et de la région des cheveux sont corrélées de façon significative avec le jugement de confiance. Bien que ces données soient cohérentes avec celles obtenues par Oosterhof et Todorov (2008) détaillées dans la section précédente, la présente étude a permis de révéler la région des cheveux comme

information diagnostique au percept de confiance. En ce sens, le style de cheveux pourrait être un indice important pour juger de la dignité de confiance.

Figure 1

Tirée de Dotsch et Todorov (2012). Illustration de la technique de corrélation inverse



Note. Visage de base (A), plage de bruit visuel aléatoire (B) et deux exemples de stimuli dont le bruit visuel est superposé au visage de base (C). Le stimulus de gauche illustre le visage de base superposé à une plage de bruit aléatoire et le stimulus de droite représente le même visage de base auquel une plage de bruit visuel contraire est ajoutée.

1.3.3. La méthode des Bulles

Des résultats similaires ont été trouvés avec les Bulles (Gosselin et Schyns, 2001; Robinson et al., 2014). Cette méthode psychophysique consiste à aléatoirement présenter aux participants des régions du visage dans différentes bandes de fréquences spatiales. La notion de fréquence spatiale correspond au nombre de cycles de changements, en termes de luminance, à l'intérieur d'un espace donné. Par exemple, dans le domaine des visages, l'espace correspond à la largeur du visage, et la fréquence spatiale au nombre de cycles de changements de luminance à l'intérieur de cette largeur de visage. Les basses fréquences spatiales représentent donc l'information plus « grossière », par exemple la forme du visage ou la localisation des principaux traits dans le visage (DeValois & DeValois, 1990 ; Sowden & Schyns, 2006). Les hautes

fréquences spatiales représentent quant à elles de l'information plus fine, par exemple les rides ou la distinction entre le contour de l'œil et l'iris (DeValois & DeValois, 1990 ; Sowden & Schyns, 2006). Avec la méthode des Bulles (Gosselin & Schyns, 2001), l'image originale est filtrée de sorte que certaines bandes de fréquences spatiales spécifiques sont disponibles, allant des basses aux hautes. Dans chacune de ces bandes de fréquences spatiales, certaines parties du visage sont révélées de façon aléatoire par des fenêtres gaussiennes alors que d'autres sont cachées (Robinson et al., 2014). Comparativement à la méthode de corrélation inverse, présentée dans la section précédente, un des principaux avantages de la méthode des Bulles (Gosselin & Schyns, 2001) est que cette dernière ne module pas la forme des traits faciaux (voir la figure 3 dans la section méthodologie pour une illustration de la méthode). Dans l'étude de Robinson et al. (2014), les participants devaient explicitement juger, sur une échelle de Likert, la dignité de confiance d'un visage bullé. Les résultats de cette étude ont non seulement permis de révéler les régions faciales diagnostiques pour poser un jugement de confiance, mais également d'identifier dans quelle bande de fréquences spatiales ces régions faciales sont utilisées. Plus spécifiquement, les résultats ont montré que le niveau de confiance perçu dans un visage augmentait (ou diminuait) quand la région des yeux et les coins de la bouche étaient révélés (ou non révélés) dans les hautes bandes de fréquences spatiales et quand la bouche était révélée (ou non révélée) dans les moyennes à basses fréquences spatiales. De manière intéressante, ces résultats ont été répliqués récemment (Charbonneau et al., 2020). Les auteurs de ces études ont proposé que ces traits représentent une source d'information prédominante probablement parce que ceux-ci permettent de détecter des indices de joie ou de colère.

En somme, un consensus des jugements de confiance est présent au moins chez les Occidentaux, suggérant une utilisation commune de certaines informations visuelles menant aux jugements de dignité de confiance d'un visage. Les trois techniques présentées, le modèle

computationnel d'Oosterhof et Todorov (2008), la corrélation inverse (Gosselin & Schyns, 2003; Mangini & Biederman, 2004), la méthode des Bulles (Gosselin et Schyns, 2001) ont permis de montrer que l'information visuelle permettant d'augmenter le percept de confiance se situait principalement au niveau de la région des yeux, des sourcils et de la bouche (Charbonneau et al., 2020; Dotsch & Todorov, 2012; Oosterhof & Todorov, 2008 ; Robinson et al., 2014). L'ensemble des études visant à évaluer l'information visuelle sous-jacente à ce consensus concernait des jugements de confiance explicites. Par contre, comme nous le verrons dans la section qui suit, des mécanismes neuronaux différents sont impliqués dans des tâches de jugement de confiance explicites et implicites.

1.4. Les mécanismes neuronaux sous-tendant les jugements de confiance implicites et explicites

Tel que mentionné précédemment, les études concernant le jugement de confiance ont majoritairement porté sur des jugements explicites. Ceci dit, la formation d'une première impression est un processus rapide et automatique, et des différences sont retrouvées au niveau des mécanismes neuronaux sous-tendant les voies explicites et implicites d'un jugement de confiance (Chartrand & Bargh, 1996; Gordon & Platek, 2009; Heery & Velani, 2010; Rudoy & Paller, 2009; Winston et al., 2002). Les résultats de plusieurs études en neuroimagerie ont réussi à mettre en évidence des structures cérébrales impliquées dans le traitement du jugement de confiance, dont l'amygdale (Baron et al., 2011; Dzhelyova et al., 2012; Platek et al., 2009; Said et al., 2009; Said et al., 2011; Todorov et al., 2008; Todorov et al., 2013; Todorov & Duchaine, 2008; Todorov & Engell, 2008; Todorov & Olson, 2008; Verosky & Todorov, 2009; Winston et al., 2002; Winston et al., 2003). De manière intéressante, l'amygdale est particulièrement sensible à l'information visuelle faciale (Adolphs & Tranel, 2003; Cunningham & Brosch, 2012).

L'amygdale chez les humains a longtemps été associée au traitement des visages et des émotions faciales, tel que mis en évidence par des études lésionnelles, les techniques de neuroimagerie fonctionnelle et les études utilisant l'électroencéphalogramme. Les patients dont le fonctionnement de l'amygdale est perturbé peuvent avoir une atteinte sélective à reconnaître l'expression faciale de peur (Adolph et al., 1998). De plus, l'amygdale semble également jouer un rôle clé dans le traitement de jugements sociaux tel que le percept de confiance. Des chercheurs ont montré que des patients avec une lésion bilatérale de l'amygdale ne sont pas en mesure de discriminer des visages dignes de confiance et des visages non dignes de confiance (Adolphs et al., 1998). En effet, ces patients jugent les stimuli comme étant globalement davantage dignes de confiance comparativement aux jugements faits par des sujets contrôles (Adolphs et al., 1998). Malgré une difficulté à juger la dignité de confiance de manière visuelle, ces mêmes patients sont toutefois capables d'effectuer une discrimination entre des visages dignes de confiance et non dignes de confiance en modalité verbale (Anderson & Phelps, 2000). Ceci suggère que l'amygdale joue un rôle important dans les prises de décisions concernant un jugement de confiance basé sur l'apparence faciale (Adolphs et al., 1998; Anderson et Phelps, 2000).

Dans le même ordre d'idée, une étude réalisée à l'aide la technique d'imagerie par résonnance magnétique fonctionnelle a permis de mettre en évidence une augmentation de l'activité de l'amygdale en présence de visages à expressions faciales neutres jugés non dignes de confiance, ce qui a amené les chercheurs à suggérer que l'amygdale effectue automatiquement un jugement de confiance sur un visage (Winston et al., 2002). L'étude incluait une tâche de nature explicite, dans laquelle il était clairement dit au participant d'effectuer un jugement de confiance, et une tâche de nature implicite, lors de laquelle il était demandé au participant d'estimer l'âge des visages présentés. Outre l'observation d'une augmentation de l'activité neuronale des

amygdales bilatérales lors de tâches de nature implicite, d'autres régions cérébrales ont été activées lors de ces tâches. Le cortex insulaire, structure principalement associée aux fonctions limbiques (c.-à-d. émotions), affichait des changements d'activité neuronale en réponse à des visages jugés non dignes de confiance, et ce, indépendamment de la tâche (Winston et al., 2002). De plus, l'activité neuronale augmentait dans le sulcus temporal supérieur lors des tâches de nature explicite seulement. Ces résultats indiquent une dissociation fonctionnelle entre un engagement automatique de l'amygdale, versus un engagement contrôlé du sulcus temporal supérieur dans les jugements sociaux. De plus, lors de cette étude, les chercheurs ont observé une réponse neuronale amplifiée dans le cortex orbitofrontal lors d'un jugement de confiance explicite en comparaison avec un jugement implicite (Winston et al., 2002). Ces derniers ont d'ailleurs établi un lien avec une étude faite auprès de patients avec des lésions frontales (Eslinger & Damasio, 1985). En effet, l'observation de patients avec des lésions discrètes du cortex orbitofrontal a révélé que cette région est critique pour les jugements sociaux complexes. Plus précisément, chez un de ces patients, lors d'une tâche de nature explicite, les régions du cortex orbitofrontal étaient davantage activées en présence d'un visage dit digne de confiance (Eslinger & Damasio, 1985). En contrepartie, quand les jugements étaient implicites, cette région était davantage activée avec les visages non dignes de confiance (Eslinger & Damasio, 1985). En somme, les résultats de ces études montrent clairement l'implication de réseaux neuronaux différents durant des jugements de confiance de nature implicites et explicites.

Sur la même lancée, Engell, Haxby, et Todorov (2007) ont mené une étude influente portant sur le jugement de confiance implicite, les décisions automatiques et la réponse neuronale de l'amygdale face à des traits faciaux spécifiques. Parce que c'était une tâche de décision implicite, il était dit aux participants qu'ils devaient effectuer une tâche de mémoire (Engell et al., 2007). Les résultats obtenus ont supporté l'idée que l'amygdale est sensible au signal de dignité

de confiance (Engell et al., 2007). De même, l'implication de l'amygdale en réponse à des visages à expressions faciales neutres augmentait de manière linéaire en fonction des cotes données à ces visages par des juges indépendants (Engell et al., 2007; Vuilleumier et al., 2003). En d'autres mots, moins le visage était jugé digne de confiance, plus l'amygdale était activée, et ce même lorsque le participant faisait une tâche complètement orthogonale au jugement de confiance. Donc, les résultats obtenus sont cohérents avec le fait que l'amygdale soit impliquée dans une évaluation initiale automatique de la dignité de confiance basée sur des caractéristiques faciales (Engell et al., 2007). L'étude a également pu mettre en évidence que la réponse de l'amygdale est mieux prédite par un consensus des jugements que par l'analyse des jugements individuels comme l'ont fait Winston et ses collègues (2002; Engell et al., 2007).

Bien que les études présentées ci-dessus soient datées d'il y a quelques années, elles demeurent fortement influentes dans le domaine de la perception sociale. Cela dit, les résultats d'études plus récentes ont permis de pousser les connaissances plus loin et du coup, ont contribué à une meilleure compréhension de la complexité des mécanismes perceptuels et neuronaux impliqués dans les jugements sociaux, dont la nature implicite du jugement de confiance. De façon pertinente, en référence à une étude concernant le jugement de confiance implicite mesuré par le jeu économique « *Trust Game* » (adapté de Berg et al., 1995), un volet d'un projet réalisé à l'aide de la neuroimagerie a permis d'identifier une hyperactivité de l'amygdale lorsque les visages des partenaires de jeux étaient jugés non dignes de confiance (Feldmanhall et al., 2018). Dans le même ordre d'idée, toujours à l'aide du jeu économique, les résultats d'une étude réalisée à l'aide de l'imagerie par résonance magnétique fonctionnelle lors de laquelle les participants devaient effectuer une tâche orthogonale indiquent une activation plus marquée de l'amygdale gauche lorsque le visage présenté et le comportement associé étaient caractérisés comme non dignes de confiance en comparaison aux visages jugés dignes de confiance et dont le

comportement était honorable, suggérant que l'amygdale puisse être impliquée dans un processus d'apprentissage associatif (Salvia et al., 2020).

En ce sens, des chercheurs ont voulu savoir s'il était possible de détecter des réponses implicites en utilisant une méthode différente de la neuroimagerie (Verosky et al., 2020). Ils ont opté pour la technique de stimulation visuelle périodique (Tsuchiya & Koch, 2004), laquelle permet d'investiguer les processus visuels de bas niveau en stimulant le cerveau de façon répétitive à une fréquence donnée et résultant en une réponse de l'activité cérébrale enregistrée par encéphalogramme. De plus, cette méthode présente l'avantage de ne pas être associée à la réalisation d'une tâche comportementale en parallèle. Plus spécifiquement, les participants, lesquels étaient informés qu'ils allaient voir des séquences de visages à l'écran, devaient presser une touche clé lorsqu'une croix de fixation apparaissant au centre de l'écran changeait de couleur. Notons que les séquences de visages étaient constituées d'un visage de base présenté parmi d'autres visages dits «oddball» lesquels représentaient différentes identités. D'ailleurs, il s'agissait de vraies photographies de visages (p. ex. avec des cheveux, des oreilles et un cou) sélectionnées sur la base des données recueillies par Oosterhof et Todorov (2008) à l'aide du modèle computationnel. Parmi les photographies choisies d'hommes et de femmes affichant une expression faciale neutre, certaines étaient caractérisées comme étant moins dignes de confiance et d'autres comme étant plus dignes de confiance. Ainsi, à une fréquence donnée, les visages «oddball» étaient soit tous dignes de confiance ou non dignes de confiance. Les résultats s'avèrent fort concluants bien que l'activité de l'amygdale n'ait pu être enregistrée directement, l'encéphalogramme s'avérant limité pour détecter l'activité des régions sous-corticales. En effet, de façon congruente aux résultats obtenus lors d'études antérieures réalisées à l'aide d'imagerie par résonance magnétique fonctionnelle (Engell et al., 2007; Todorov & Engell, 2008; Winston et al., 2002), les données montrent une réponse amplifiée de l'activité cérébrale dans les régions

bilatérales du cortex occipito-temporal, laquelle peut être associée indirectement à l'amygdale, pour les séquences de visages étant moins dignes de confiance en comparaison aux visages dignes de confiance. De façon encore plus intéressante, cette étude permet de reconnaître l'efficacité de la stimulation visuelle périodique dans la détection de processus visuels de bas niveau et donc dans la détection des réponses neuronales implicites du percept de confiance dans un visage (Verosky et al., 2020).

Somme toute, plusieurs études ont révélé la contribution essentielle de l'amygdale dans la catégorisation automatique d'un visage à savoir s'il est digne de confiance ou non. L'implication de l'amygdale dans le traitement visuel de l'information a beaucoup été étudiée, particulièrement dans le contexte du traitement des signaux émotionnels dans les visages. La section suivante fait état des écrits scientifiques sur cette question.

1.5. Basses fréquences spatiales, amygdale et traitement des yeux

1.5.1. Basses fréquences spatiales et amygdale

Chez les humains, il a été suggéré que des systèmes neuronaux spécialisés ont évolué pour traiter efficacement les stimuli avec une signification émotionnelle particulière (Vuilleumier et al., 2003). Par exemple, la détection rapide du danger est un indice critique essentiel pour la survie (Vuilleumier et al., 2003). L'amygdale est proposée comme l'une des structures centrales dans le traitement des signaux de menaces (Adolphs et al., 1999), et elle est activée par les visages affichant une expression faciale de peur, même quand ces derniers ne sont pas perçus consciemment (Vuilleumier et al., 2003). De manière intéressante, des études suggèrent que certaines informations visuelles seraient prioritairement utilisées par l'amygdale lors du traitement des émotions faciales (Freeman et al., 2014; Vuilleumier et al., 2003). Plus spécifiquement, la réponse observée de l'amygdale à des expressions faciales de peur est plus

grande et plus rapide pour les basses fréquences spatiales que pour les hautes (Vuilleumier et al., 2003). En effet, l'information visuelle entrant par la rétine serait alors acheminée au cerveau par la voie magnocellulaire (dorsale), qui est proposée comme un traitement sous-cortical (Dehaene & Naccache, 2001; Lamme, 2003; Willenbockel et al., 2013; Zeki, 2003). Les basses fréquences spatiales sont connues pour être traitées plus rapidement que les hautes fréquences spatiales par le cerveau (Parker & Costen, 1999), ce qui pourrait expliquer pourquoi elles sont davantage utilisées dans une tâche qui requiert une évaluation très rapide de l'information pour favoriser la survie de l'individu (p. ex. détecter un stimulus menaçant). D'ailleurs, des chercheurs ont montré que l'extraction des basses fréquences spatiales sous-tend les jugements de menace automatiques (Bar et al., 2006).

Dans l'une de leurs études, des chercheurs ont tenté d'établir le pont entre l'implication de l'amygdale dans les jugements de confiance et le traitement des basses fréquences spatiales sous-jacent à cette tâche (Said et al., 2009). Les résultats n'ont pas permis de confirmer l'hypothèse selon laquelle l'amygdale répondrait de manière préférentielle aux basses fréquences spatiales en présence de visages non dignes de confiance. Toutefois, il est à noter que cette étude impliquait des jugements de confiance explicites. Les résultats auraient donc pu être tout autre si des jugements de confiance implicites avaient été utilisés.

1.5.2. L'Amygdale et le traitement des yeux

Toujours dans l'optique de mieux comprendre l'implication de l'amygdale dans l'évaluation des visages, bon nombre de résultats d'études lésionnelles, de données de la neuroimagerie et de la neuropsychologie vont dans le sens que cette structure cérébrale est spécialement impliquée dans le décodage des émotions. En effet, l'amygdale est connue pour être principalement impliquée dans la détection de la peur et elle semble traiter de manière

préférentielle la région des yeux (Adolph et al., 2005; Baron-Cohen et al., 1999; Kawashima et al., 1999; Morris, deBonis, & Dolan, 2002; Whalen et al., 2004). Sur la même note, les résultats d'une étude réalisée à l'aide d'enregistrement crânien par encéphalogramme confirment le rôle central de l'amygdale dans l'évaluation de la valence émotionnelle de la région des yeux (Meletti et al., 2011). Pour ce faire, les chercheurs ont enregistré la réponse de l'amygdale en exposition à des visages ou des parties de visages affichant des expressions faciales de joie, de peur et des visages à expression neutre. De façon intéressante, un effet puissant de la valence émotionnelle a été observé en regard à une activation marquée de l'amygdale en réponse à la région des yeux (Meletti et al., 2011). Sur la même lancée, des chercheurs ont eu recours à la méthode des Bulles (Gosselin & Schyns, 2001) pour documenter davantage le rôle de l'amygdale dans le traitement des yeux (Adolphs et al., 2005). Pour ce faire, ils ont mesuré l'habileté d'une patiente nommée SM, laquelle est reconnue dans le monde de la perception sociale pour la rareté et la sélectivité de l'atteinte de l'amygdale, à utiliser la région des yeux dans une tâche de catégorisation d'émotions. Plus spécifiquement, SM présente une atteinte des amygdales bilatérales avec petites lésions des structures adjacentes tout en laissant les autres structures corticales et sous-corticales intactes (Adolphs et al., 1994). Au plan fonctionnel, cette atteinte se traduit par une incapacité spécifique à reconnaître la peur à partir des visages et conséquemment, la patiente adopte d'emblée un comportement social amical et empreint de confiance (Adolphs et al., 1998). Les chercheurs ont mesuré l'habileté de cette dernière et des sujets contrôles à utiliser l'information spécifique de régions du visage partiellement révélées et variant en genre ainsi qu'en expression émotionnelle (p. ex. joie ou peur). De plus, les images étaient filtrées au travers des bandes de fréquences spatiales (Gosselin & Schyns, 2001). Par une tâche de catégorisation, les participants devaient juger si le visage présenté affichait une expression de peur ou de joie. Les chercheurs sont parvenus à montrer que les sujets normaux utilisaient davantage la région des yeux dans les

hautes fréquences spatiales, alors que SM échouait à faire la même utilisation de cette région. De façon intéressante, malgré qu'elle échouait systématiquement à utiliser la région des yeux dans les hautes fréquences spatiales, elle montrait une utilisation normale de la région de la bouche. Selon les chercheurs, cette découverte peut probablement expliquer le fait qu'elle puisse compenser pour d'autres émotions telles la tristesse et la colère, lesquelles pourraient s'avérer être moins dépendantes de la région des yeux contrairement à l'expression de peur (Adolphs et al., 2005). Dans le but de répliquer ces résultats, les chercheurs ont mené deux autres expériences, lesquelles ont confirmé l'importance de la région des yeux pour évaluer la peur. D'une part, alors que les sujets normaux étaient significativement moins exacts à reconnaître l'expression de peur quand la région des yeux était effacée, SM ne montrait aucune différence dans ses performances. Ceci appuie l'idée que cette dernière présente une altération de la capacité à utiliser normalement la région des yeux lorsqu'elle juge des émotions dans les visages. Pour les chercheurs, cette découverte soulève la possibilité que l'incapacité de la patiente résulte d'un échec à diriger son regard sur la région des yeux. Afin de tester cette hypothèse, ces derniers ont exploité le mouvement des yeux quand les sujets évaluaient des émotions. Alors que les sujets normaux exploraient le visage de façon normale, c'est-à-dire en fixant davantage la région des yeux, SM montrait un patron de fixation anormal (c'est-à-dire elle ne regardait pas les yeux; (Haith et al., 1977; Keating & Keating, 1982). Ce patron était non seulement évident pour la peur, mais aussi pour les autres émotions. Ainsi, les chercheurs en sont venus à la conclusion qu'il est possible que la patiente montre une incapacité à reconnaître la peur parce qu'elle n'est pas capable d'utiliser de façon spontanée l'information diagnostique de la région des yeux laquelle est connue pour être essentiel à la reconnaissance de cette émotion (Adolphs et al., 2005). Pour valider cette hypothèse, les chercheurs ont demandé explicitement à la patiente de diriger son regard sur la région des yeux pour évaluer la valence émotionnelle des visages. Lorsqu'indiqué,

explicitement, à SM de regarder les yeux pour identifier l'émotion de peur, la performance se normalise. Toutefois cette amélioration ne persiste pas sans la consigne de regarder la région des yeux. Ces résultats apportent un appui supplémentaire à l'existence de mécanismes neuronaux distincts entre un jugement implicite et explicite.

1.6. Objectifs et hypothèses

Plusieurs chercheurs se sont intéressés jusqu'ici à connaître quelle information visuelle est utilisée pour émettre un jugement de confiance explicite basé sur l'apparence faciale (p. ex. Oosterhof & Todorov, 2008; Robinson et al., 2014). Toutefois, de plus en plus de travaux de recherche suggèrent que le jugement de confiance s'effectue automatiquement (Willis et Todorov, 2006). Tel que mentionné précédemment, des études ont confirmé que des mécanismes neuronaux distincts sous-tendent les jugements de confiance explicites et implicites. Par ailleurs, cela représente un argument supplémentaire parmi les autres qui nous amène à penser que des stratégies perceptives différentes puissent être impliquées dans les jugements de confiance explicite et implicite. En ce sens, nous ne faisons pas la présomption que l'information visuelle diagnostique révélée par la méthode des Bulles (Gosselin & Schyns, 2001) sera nécessairement différente selon que le traitement soit explicite ou implicite et cela même si ces types de jugements sont gouvernés par différentes régions cérébrales. Cela dit, il est possible que l'information visuelle utilisée lorsqu'on demande explicitement à un individu d'émettre un jugement de confiance sur un visage soit différente de celle utilisée lorsqu'on laisse le processus s'effectuer automatiquement. L'objectif de la présente recherche était donc de vérifier l'information visuelle utilisée pour effectuer un jugement de confiance implicite. En ce sens, prenant en compte le fait que les deux types de jugements (c.-à-d. explicites et implicites) seraient pris en charge par des structures cérébrales différentes, il s'avère plausible qu'ils reposent en

partie sur de l'information visuelle distincte. Puisque l'amygdale est davantage associée aux jugements implicites de confiance, et puisque cette structure cérébrale repose davantage sur l'extraction des basses que des hautes fréquences spatiales, il est plausible de s'attendre à des différences dans les fréquences spatiales utilisées lors des jugements de confiance implicite. De plus, comme certains traits sont prioritairement utilisés dans certaines bandes de fréquences spatiales pendant les jugements de confiance explicite, notamment les yeux et la région centrale du visage, nous pouvons anticiper des différences dans les traits faciaux prioritairement utilisés pendant les jugements de confiance implicites. L'hypothèse principale du présent projet est donc la suivante : Des différences seront observées dans les traits faciaux et les fréquences spatiales utilisées pour émettre un jugement de confiance implicite comparativement au jugement de confiance explicite.

Chapitre 2- Méthodologie

2.1. Participants

Le recrutement s'est fait essentiellement auprès des étudiants de l'Université du Québec en Outaouais et auprès de connaissances (bouche-à-oreille). Pour réaliser la présente étude, 50 participants âgés entre 18 et 50 ans (32 femmes et 18 hommes) ont été recrutés. Le nombre de participants visé correspondait à celui utilisé dans l'étude de Robinson et al. (2014), c'est-à-dire pour les jugements explicites de dignité de confiance. Les participants avaient tous une vision normale ou corrigée et étaient de descendance Blanche-Européenne.

2.2. Instruments

Pour les fins de l'expérience, les stimuli ont été tirés de la banque de stimuli d'Oosterhof et Todorov (2008). La tâche était informatisée et effectuée sur des ordinateurs de type Apple à partir du logiciel Matlab en utilisant les fonctions de la boîte d'outils « *Psychophysics Toolbox* » (Brainard, 1997). Les écrans utilisés étaient de type DCL 120 Hz de 23 pouces et les stimuli consistaient en des visages d'avatars (taille : 256 x 256 pixels, largeur du visage de 6.1 degrés d'angle visuel en moyenne) représentant des personnes blanches affichant une expression faciale neutre (50 hommes et 50 femmes). L'utilisation d'avatars a été choisie afin d'assurer un meilleur contrôle de l'information visuelle présentée (p. ex. normalisation de la texture de la peau, des cheveux ou des taches de rousseur), permettant d'isoler l'impact des traits faciaux sur les jugements de confiance. Les stimuli ont été échantillonnés au niveau des fréquences spatiales et de l'espace à l'aide de la méthode des Bulles (Gosselin et Schyns, 2001), laquelle a permis de révéler l'information visuelle utilisée par un participant pour effectuer la tâche. Comme mentionné précédemment, cette méthode psychophysique consiste à cacher certaines parties du visage et à en révéler d'autres à l'aide de fenêtres gaussiennes (appelées des bulles). Les bulles

sont positionnées aléatoirement à chaque essai, de sorte qu'à travers plusieurs essais un grand nombre de combinaison de régions révélées vs cachées sont générées (voir dans la section procédure pour une description plus détaillée de la méthode).

2.3. Procédure

Tout d'abord, ce travail a mis en comparaison les stratégies visuelles sous-jacentes au jugement de confiance implicite à celles associées aux jugements explicites. Les données concernant les jugements de confiance explicites provenaient de l'étude de Robinson et ses collègues (2014). Tel que mentionné plus haut, les participants de cette étude avaient reçu pour instruction de juger le niveau de dignité de confiance de différents visages en se fiant à leur intuition. Plus précisément, à chaque essai, il était demandé de juger de la dignité de confiance perçue dans les visages sur une échelle de Likert, s'échelonnant d'un à neuf; un signifiant pas du tout digne de confiance et neuf, extrêmement digne de confiance. Une nouvelle collecte a été menée dans le cadre de cet essai afin d'acquérir les données sur les jugements implicites.

Le déroulement de cette nouvelle expérimentation ressemblait en tout point à celui de l'étude de Robinson et al. (2014), à l'exception de la question qui était posée au participant. Premièrement, lorsque le participant arrivait au laboratoire, le formulaire de consentement lui était présenté. Les participants rencontrés de façon individuelle étaient informés qu'ils allaient prendre part à une tâche de décision économique et qu'à la fin de la tâche, un pourcentage des gains accumulés leur seraient remis en argent. Pour chaque visage présenté à l'écran, deux décisions devaient être prises. La première était en quelque sorte une condition contrôle qui nous permettait de nous assurer que le participant portait attention aux stimuli affichés à l'écran. Pour ce faire, ces derniers effectuaient une tâche de catégorisation de genre, soit d'identifier si le visage représentait un homme ou une femme. La deuxième décision consistait à décider du

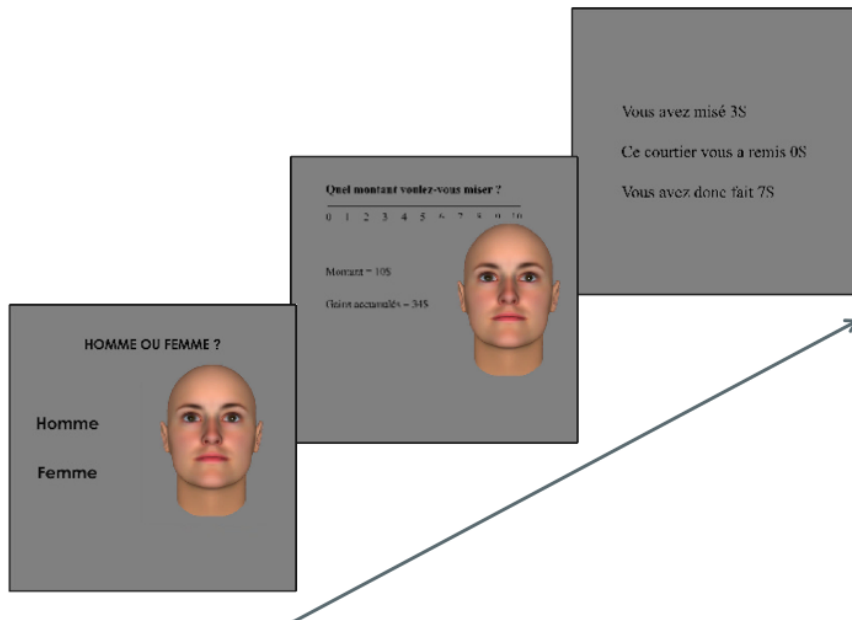
montant d'argent à miser, lequel devait se situer entre zéro et dix dollars. Des instructions précises étaient fournies clairement aux participants avant de commencer la tâche. Dans un premier temps, il était mentionné qu'à chaque début d'essai, un montant initial virtuel de dix dollars leur était attribué. Ensuite, la photo d'un visage d'avatar tiré de la banque de stimuli d'Oosterhof et Todorov (2008) était présentée à l'écran et le participant investisseur devait décider du montant d'argent qu'il désirait miser auprès du partenaire de jeu. Le participant était informé que les mises effectuées étaient multipliées par un facteur de 4 et que le partenaire de jeu virtuel pouvait lui remettre la moitié de la mise multipliée, moins que la moitié de la mise multipliée ou ne rien remettre. Le montant reçu après la mise était affiché à l'écran (Figure 2). De plus, les participants se faisaient dire que les photographies représentaient le portrait-robot d'une personne ayant déjà participé à la même tâche économique que lui, et donc que la stratégie que ce dernier avait utilisée serait réutilisée avec le participant investisseur. Cette information était toutefois fausse, et la remise que recevait le participant à chaque essai était déterminée aléatoirement.

Figure 2

Illustration de la tâche de décision économique



Partie 1 : Avec bulles



Partie 2 : Sans bulle

Note. La première image représente un exemple de la tâche du « *Trust Game* » (adaptée de Berg et al., 1995) avec les masques de bulles et l'image en dessous, un exemple de la même procédure, sans le masque de bulle.

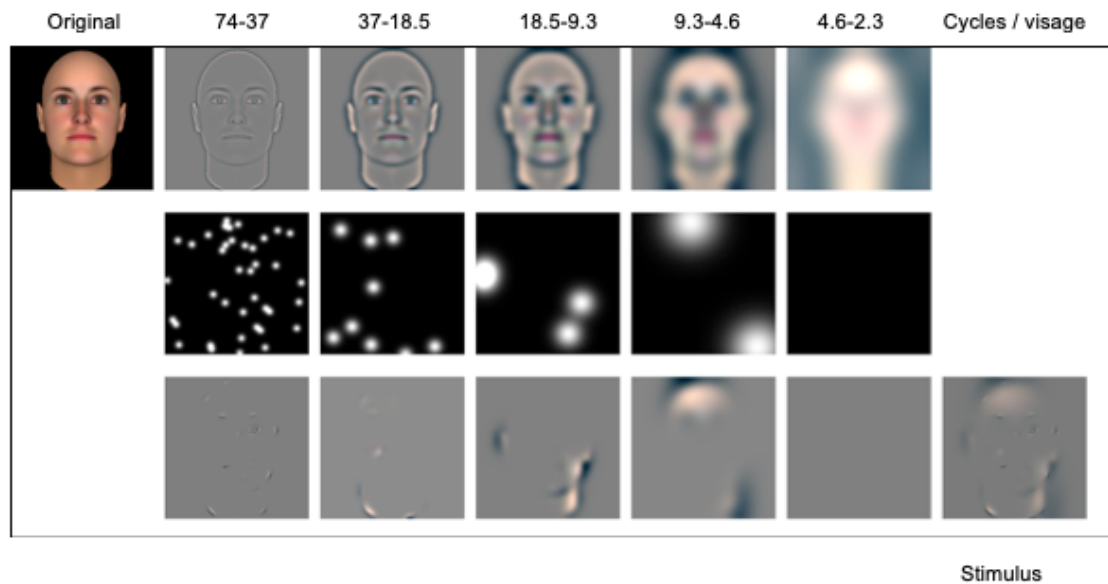
Chaque participant effectuait 300 essais avec des visages bullés dans un premier temps, suivi de 300 essais avec des visages complets, c'est-à-dire présentés sans que des bulles cachent des parties de visage. Les réponses données sans bulle ont servi de ligne de base et nous ont donné l'occasion d'obtenir une mesure individuelle de l'apparence de confiance de chaque visage présenté (reflétée par le montant misé), indépendamment des masques de bulles appliqués. Les réponses fournies avec les masques de bulles des visages d'origine nous ont permis d'inférer le biais induit par les bulles, c'est-à-dire de déterminer quel type d'information visuelle a permis de moduler spécifiquement le percept de confiance implicite par l'augmentation ou la diminution des mises en argent par rapport au jugement donné sans bulles.

La création des stimuli bullés a été effectuée en plusieurs étapes. Premièrement, une image sélectionnée a été divisée en cinq bandes de fréquences spatiales indépendantes (des très basses aux très hautes fréquences spatiales ; voir la première rangée de la Figure 3). Ensuite, cinq masques de bulles, un par bande de fréquences spatiales, ont été générés. Les masques de bulles sont des trous placés aléatoirement sur l'image, permettant de révéler certaines régions du visage (voir la deuxième rangée de la Figure 3). La taille des trous varie selon la fréquence spatiale à laquelle ils sont appliqués, avec de trous plus grands pour les basses que pour les hautes fréquences spatiales de façon à toujours laisser passer 1.5 cycles d'information dans une bulle. Les masques de bulles ont ensuite été superposés aux cinq images filtrées (voir la troisième rangée de la Figure 3). Finalement, la somme des cinq images filtrées avec bulles a permis d'obtenir le stimulus final pour un essai (voir la dernière image sur la troisième rangée de la

Figure 3). Comme dans l'étude de Robinson et ses collègues (2014), le nombre de bulles par image était fixé à 50 et demeurait invariable à travers les essais et les participants.

Figure 3

Illustration de la méthode des Bulles (Gosselin & Schyns, 2001)



Note. Dans la première rangée, le stimulus original (en couleur), a été décomposé en cinq bandes de fréquences spatiales. Ensuite, la deuxième rangée illustre les masques de bulles, des fenêtres échantillonnées aléatoirement permettant de révéler et cacher des parties du visage. Dans la troisième rangée, les masques de bulles ont été superposés aux images. Finalement, la somme de ces images a permis la création d'un stimulus final bullé (rangée 3, image de droite).

Chapitre 3- Analyses statistiques et résultats

3.1 Analyses statistiques

La présente étude avait pour objectif d'identifier l'information visuelle utilisée pour émettre un jugement de confiance implicite, et de la comparer à celle utilisée pour émettre un jugement de confiance explicite. Plus spécifiquement, il s'agit ici de comparer quelles régions faciales, dans quelles bandes de fréquences spatiales, ont modulé les percepts de confiance implicites et explicites. Pour ce faire, les résultats obtenus dans l'expérimentation décrite dans la section précédente ont été comparés aux données recueillies de la tâche de nature explicite effectuée préalablement dans le laboratoire par Robinson et ses collègues (2014).

Avec la méthode des Bulles (Gosselin & Schyns, 2001), l'information visuelle utilisée pour faire une tâche est retrouvée en vérifiant l'association entre les masques de bulles présentés à chaque essai et la réponse du participant. Dans le cas présent, il s'agissait plus spécifiquement de vérifier l'association entre les masques de bulles présentés et le biais induit par le visage sur la mise en argent. Ce biais était calculé en soustrayant, pour un visage donné, la mise donnée sans bulle (percept de base) à celle donnée avec les bulles (biais dans le percept). La logique derrière ce calcul étant que si la mise avec les bulles était plus élevée que sans bulles, les bulles étaient probablement positionnées de manière à révéler de l'information qui augmente le percept de confiance. Si, au contraire, la mise avec les bulles était moins élevée que sans bulles, les bulles étaient probablement positionnées de manière à révéler de l'information qui diminue le percept de confiance. Ainsi, ce biais était utilisé comme poids dans le calcul d'une somme pondérée des masques de bulles présentés à travers les essais. Un poids positif était donc donné aux essais où la mise avec bulles était plus élevée que sans bulle, négatif aux essais où la mise avec bulles était plus faible que sans bulle, et nul aux essais où la même mise avait été donnée avec et sans bulles.

Le résultat de cette somme pondérée, appelé image de classification, reflétait donc l'information visuelle associée au percept de confiance.

Afin d'établir le seuil statistique à partir duquel certaines informations faciales pouvaient être considérées comme significativement associées au percept de confiance, les images de classifications ont été transformées en scores Z en utilisant la moyenne et l'écart-type de l'hypothèse nulle, calculés à l'aide d'une méthode de permutation. Le seuil statistique a ensuite été calculé avec un *Cluster test* de la Stat4CI (Chauvin et al., 2005). Ce test statistique permet de compenser pour les comparaisons multiples à travers les pixels de l'image tout en prenant en compte la non-indépendance des pixels contigus. Ainsi, le test indiquait que, pour être considérée comme significative (avec un seuil alpha de 0.05), une région devait compter au minimum les nombres suivants de pixels contigus avec une valeur Z supérieure à 2.3 : 561, 1834, 5683, 16124, 38058 de la plus haute vers la plus basse bande de fréquences spatiales.

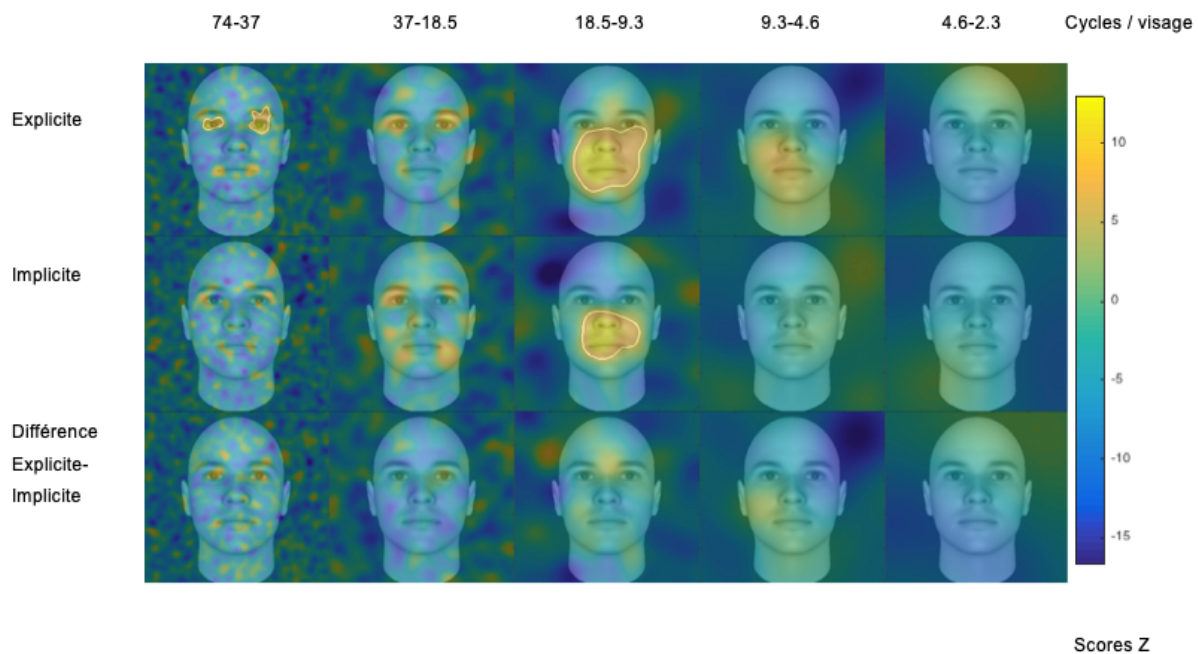
3.2. Résultats

La Figure 4 présente les images de classification, superposées à un exemple de visage, pour chacune des cinq bandes de fréquences spatiales dans la tâche explicite (première rangée) et implicite (deuxième rangée). La dernière rangée représente la différence entre les deux tâches (c.-à-d. explicite - implicite). L'information visuelle qui était positivement associée avec les traits perçus est illustrée en jaune alors que l'information associée négativement est représentée par les régions bleues. Les régions significatives sont encerclées en blanc. Pour les jugements explicites, la région des yeux dans la première bande de fréquences spatiales (37 à 74 cycles par visage) et la région centrale du visage, incluant le nez et la bouche, dans la troisième bande de fréquence spatiale (9,3 à 18,5 cycles par visage) étaient significatives. Pour les jugements implicites, la région centrale du visage, incluant le nez et la bouche, dans la troisième bande de fréquence

spatiale (9,3 à 18,5 cycles par visage) était significative. Plus spécifiquement, lorsque ces régions étaient révélées aux participants, les jugements de confiance (tâche explicite) et les mises (tâche implicite) étaient plus élevés. D'autre part, aucune différence significative n'a été trouvée au niveau de l'information visuelle utilisée pour les tâches explicite et implicite.

Figure 4

Images de classification



Note. Images de classification obtenues dans la tâche explicite et implicite, ainsi que la différence entre les deux tâches. Les régions en jaune représentent les scores Z positifs, donc celles qui ont mené à une augmentation du percept de confiance ou des mises. Les régions en bleu illustrent les scores Z négatifs, c'est-à-dire celles qui ont mené à une diminution du percept de confiance ou des mises.

Chapitre 4-Discussion

Contrairement à la recommandation énoncée dans l'expression, « *ne pas juger un livre par sa couverture* », la majorité d'entre nous infère rapidement et sans effort des traits de personnalité en se basant uniquement sur l'apparence du visage (Bar et al., 2006; Walker & Vetter, 2009; Willis & Todorov, 2006). Parmi l'ensemble des premières impressions formées, le jugement de confiance représente une des principales dimensions dans les jugements sociaux, celui-ci pouvant expliquer plus de la moitié de la variance totale des évaluations faites sur des visages (Oosterhof & Todorov, 2008). Cette faculté de reconnaître et d'extraire facilement l'information faciale pour en faire un jugement congruent avec les indices perçus, dont l'état émotionnel d'autrui, est fort utile selon une perspective adaptative (Todorov et al., 2015). Conséquemment, nous pouvons adopter un comportement d'approche ou à l'opposé, d'évitement (Zebrowitz & Montepare, 2008). D'ailleurs, un consensus des jugements individuels est retrouvé suggérant une certaine homogénéité inter-individuelle dans l'information visuelle utilisée pour poser un jugement de confiance (Oosterhof & Todorov, 2008; Zebrowitz & Montepare, 2008). Sachant que des conséquences sociales et économiques peuvent en découler, il s'avère pertinent de déterminer quelles informations visuelles contenues dans les visages permettent de former le jugement de confiance. Jusqu'à présent, les chercheurs se sont intéressés à savoir quelle information visuelle est utilisée pour émettre un jugement de confiance explicite basé sur l'apparence faciale (p. ex. Oosterhof et Todorov, 2008; Robinson et al., 2014) tout en laissant de côté sa nature implicite. Le jugement de confiance, bien qu'il puisse s'effectuer sur commande, se réalise d'emblée de manière rapide et automatique dans la vie de tous les jours, d'où l'importance d'investiguer sa nature implicite (Todorov et al., 2009). Par ailleurs, les résultats rapportés dans la documentation scientifique vont dans le sens d'une distinction au niveau des

mécanismes neuronaux sous-tendant les deux types de jugements et appuient l'implication de structures cérébrales différentes. En ce sens, l'amygdale, structure cérébrale reliée à la peur et l'anxiété est activée lors de jugements implicites de confiance. De plus, il est proposé que le traitement de l'information effectué par cette dernière repose principalement sur l'extraction des basses fréquences spatiales, c'est-à-dire les aspects grossiers d'un visage. Donc, l'objectif de la présente recherche était de vérifier l'information visuelle utilisée pour effectuer un jugement de confiance implicite. L'hypothèse principale de notre étude est que des différences seront observées dans les traits faciaux et les fréquences spatiales utilisées pour émettre un jugement de confiance implicite comparativement au jugement de confiance explicite. Plus précisément, dans le contexte de notre projet, les résultats d'études actuelles nous permettaient de nous attendre à des différences concernant l'information visuelle utilisée pour effectuer un jugement de confiance implicite et d'un autre côté explicite, au niveau des fréquences spatiales utilisées. De plus, comme certains traits sont prioritairement utilisés dans certaines bandes de fréquences spatiales pendant les jugements de confiance explicite, notamment les yeux et la région centrale du visage, nous pouvions anticiper des différences dans les traits faciaux prioritairement utilisés pendant les jugements de confiance implicites.

4.1. Résultats non significatifs et limites méthodologiques

4.1.1. Résultats non significatifs

Globalement, contrairement à ce qui était attendu, nos résultats n'appuient pas notre hypothèse selon laquelle l'information visuelle sous-tendant le percept de confiance diffère pour les jugements implicites et explicites. En ce sens, la région centrale du visage, incluant le nez et la bouche, s'est avérée diagnostique pour poser un jugement de confiance implicite, de même qu'explicite. Néanmoins, qualitativement, il semble y avoir certaines différences qui n'atteignent

pas le seuil statistique, mais qui pourraient possiblement l'atteindre avec certaines modifications au plan méthodologique. Plus précisément, la région des yeux ne semble pas avoir été utilisée de façon prédominante pour poser un jugement de confiance implicite dans les hautes fréquences spatiales, alors qu'elle s'est avérée significativement corrélée avec le percept de confiance explicite. De plus, de façon subtile, nous observons une différence entre les deux types de jugement concernant l'utilisation de cette région dans les moyennes bandes de fréquences spatiales (18.5-9.3 cycles par visages).

Diverses raisons peuvent expliquer l'absence de différence significative concernant l'information visuelle utilisée pour émettre un jugement de confiance explicite et implicite. Dans un premier temps, il s'avère plausible que le résultat significatif reflète le fait que le même type d'information visuelle guide les jugements implicites et explicites et cela, même si ces types de jugements sont gouvernés par différentes régions cérébrales. Seule une réplication des résultats permettrait de confirmer cette hypothèse.

4.4.2. Limites méthodologiques

Malgré toutes les précautions employées sur le plan méthodologique, le paradigme expérimental utilisé et certains paramètres reliés à la puissance statistique nécessitent d'être discutés, de même que des pistes de recherche pour les études ultérieures.

D'une part, à la lumière des résultats obtenus, un questionnement méthodologique quant à la nature implicite de notre projet mesuré à l'aide du jeu économique « *Trust Game* » (adapté de Berg et al., 1995) s'impose. Le choix de ce paradigme expérimental reposait sur les résultats concluants d'études antérieures (Bonnefon et al., 2017; Chang et al., 2010) pour entre autres, mesurer le niveau de coopération entre des partenaires de jeu. De même, cet instrument a permis l'opérationnalisation des variantes sous-jacentes à la coopération afin d'en préciser la définition.

Il fournit de l'information concernant la dignité de confiance perçue chez le partenaire de jeu en fonction des montants d'argent misés et il est socialement acceptable d'agir sur ces jugements (Bonnefon et al., 2017). En dépit de tous ces avantages, l'utilisation de mises en argent, bien que fictives, pourrait possiblement avoir diminué la valeur implicite de la tâche. En d'autres mots, il s'avère possible que les participants aient deviné qu'il s'agissait d'un jugement de confiance et que leurs décisions, en conséquence, aient été biaisées.

De plus, le « *Trust Game* » (adapté de Berg et al., 1995) étant une mesure comportementale se définissant comme un jeu de décision économique, il implique inévitablement une prise de décision, laquelle correspond à faire un choix entre plusieurs alternatives possibles en confrontation à un problème, l'objectif étant de le résoudre (Allain, 2013). Or, selon une perspective neuroéconomique, elle impliquerait l'interaction d'un certain nombre d'opérations cognitives et comportementales distinctes. Notamment d'accéder à un savoir sur la situation, de raisonner sur les différentes options possibles et sur les conséquences de chacune d'elles, recrutant principalement, les fonctions perceptives, d'apprentissages et de mémoire ainsi que les fonctions exécutives et attentionnelles (Allain, 2013). Les fonctions cognitives supérieures étant principalement associées au contrôle volontaire des actions, elles seraient prises en charge par le cortex préfrontal et frontal. Ces facteurs peuvent également avoir interféré avec la nature implicite de notre tâche. En ce sens, puisque la prise de décision repose sur les régions plus frontales (Winston et al., 2002), cela peut impliquer du coup un recrutement des hautes fréquences spatiales. La prise d'une mesure de l'activation de l'amygdale pourrait permettre d'explorer quelle information maximise l'activation de celle-ci et il pourrait alors être observé que sont les basses fréquences spatiales qui sont recrutées.

D'autre part, un questionnement mérite d'être soulevé concernant la puissance statistique. De prime abord, un grand nombre d'essais est requis dans les études de natures explicites

utilisant des méthodes «*data-driven*». Toutefois, puisque ce grand nombre d’essais aurait pu diminuer la nature implicite de la tâche en multipliant les occasions de se questionner sur celles-ci, nous avons opté pour utiliser un nombre d’essais beaucoup plus faible que ce qui est normalement utilisé avec la méthode des Bulles (Gosselin & Schyns, 2001). Afin d’obtenir un bon ratio signal/bruit malgré le nombre d’essais plus faibles, nous avons utilisé une taille d’échantillon relativement grande comparativement à ce qui était typiquement utilisé avec ce type de méthode. À l’époque où l’article concernant la première tâche, celle avec le jugement explicite (Robinson et al., 2014), a été publié, un échantillon de 50 personnes était bien au-delà de la taille moyenne des échantillons utilisés avec la méthode des Bulles (Gosselin & Schyns, 2001). Afin d’être en mesure de comparer les résultats de la présente étude à la condition explicite, il s’avérait essentiel de contrôler les variables expérimentales de sorte qu’elles soient en tout point comparables, dont la taille de l’échantillon. En ce sens, la taille de l’échantillon s’étant avérée adéquate pour la tâche de nature explicite, nous avons choisi de maintenir l’échantillon à 50 personnes pour la tâche de nature implicite. Toutefois, nous pensons maintenant qu’il serait justifié d’augmenter la taille des deux échantillons afin d’arriver à révéler des différences inter-groupes dans les stratégies.

Également, l’utilisation de stimuli artificiels dans ce projet amène nécessairement un questionnement quant à la généralisation possible à de vrais visages. Dans le présent projet, il était avantageux d’utiliser la banque de stimuli artificiels créée par Oosterhof et Todorov (2008) puisque ceux-ci sont parfaitement contrôlés au niveau des traits non faciaux, comme les cheveux, la texture de la peau ou la présence de taches sur la peau, lesquels auraient pu influencer les jugements. Par ailleurs, il est plausible de penser que les résultats auraient été répliqués avec des photos de vrais visages. Cela dit, dans le deuxième volet de l’étude de Robinson et ses collègues (2014), une comparaison des résultats a été effectuée entre des visages d’avatars et de vrais

visages. De façon intéressante, l'utilisation d'avatars ne modifiait pas les stratégies visuelles mises en place par les participants, c'est-à-dire que les mêmes résultats étaient obtenus pour les avatars et les images de visages réels (Robinson et al., 2014).

4.2. Contribution à l'avancement des connaissances

La contribution principale de ce projet est d'avoir fait un pas dans l'exploration des composantes implicites d'un jugement de confiance. Ce projet représente, à notre connaissance, le premier à avoir eu recours à une méthode « *data-driven* » telle que la méthode des Bulles (Gosselin & Schyns, 2001) pour étudier les composantes implicites du jugement de confiance en lien avec l'information visuelle extraite d'un visage. Les méthodes « *data-driven* » sont extrêmement puissantes pour cartographier l'information faciale qui façonne la perception sociale (Jack et al., 2018). Effectivement, elles présentent plusieurs avantages dans le domaine de la psychologie sociale et cognitive; la perception sociale, de même que l'information visuelle contributive aux différents jugements sociaux, étant vaste et complexe, l'étude de ses composantes pose un défi aux approches traditionnelles utilisées, optant classiquement pour des hypothèses restrictives (Jack et al., 2018). Ainsi, cet obstacle est contré en ne faisant pas d'a priori théorique à savoir quels sont les traits faciaux qui modulent la perception des visages (Todorov et al., 2013). Tout en étant guidé par des prédictions théoriques en lien avec les connaissances antérieures du domaine, elle se veut exploratoire, laissant la chance à d'autres informations inattendues d'émerger (Jack et al., 2018). De plus, malgré ce résultat négatif, la présente étude offre une contribution importante en ce sens où elle représente une réplication conceptuelle des résultats obtenus par Robinson et ses collègues (2014) quant aux informations visuelles qui sont diagnostiques pour poser un jugement de confiance.

4.3. Perspectives futures

Tel que mentionné précédemment, l'utilisation de la méthode des Bulles (Gosselin & Schyns, 2001) offre plusieurs avantages, notamment la possibilité d'obtenir un échantillonnage stratifié des fréquences spatiales révélant du même coup l'information significative dans les différentes bandes de fréquences spatiales, et ce, en n'altérant pas l'aspect du visage. Comme la littérature nous amenait à faire des prédictions sur les fréquences spatiales (Robinson et al., 2014), cette méthode était idéale dans le présent contexte en parallèle à l'utilisation du « *Trust Game* » (adapté de Berg et al., 1995) à titre de tâche comportementale de nature implicite (Chang et al., 2010). Cela dit, puisque nos résultats ne se sont pas avérés significatifs pour corroborer notre hypothèse de départ, une réflexion s'impose concernant l'apport de modifications permettant d'arriver à nos fins et ce, sachant que les données de la documentation laissent croire à des différences. En ce sens, pour les études futures, l'utilisation d'une mesure complètement implicite pourrait nous aider à atteindre notre but. D'ailleurs, plusieurs résultats d'études montrent une différence de décours temporel entre le traitement des hautes et des basses fréquences spatiales, ces dernières étant possiblement traitées plus tôt dans le traitement de l'information faciale diagnostique pour effectuer un jugement de confiance implicite. Les résultats d'une étude influente réalisée par Willenbockel et ses collègues (2012) vont dans ce sens. Les chercheurs ont voulu savoir comment les processus visuels sous-jacents à la perception consciente (c'est-à-dire la perception des stimuli qui captent notre attention) diffèrent de ceux qui sous-tendent les processus non conscients (c'est-à-dire stimuli qui ont un impact sur l'activité cérébrale, mais qui ne font pas l'objet d'un traitement attentionnel; Willenbockel et al., 2012; Willenbockel et al., 2013). Pour ce faire, ils ont eu recours à une technique nommée stimulation périodique visuelle (Tsuchiya & Koch, 2004), laquelle se définit comme une méthode binoculaire où un stimulus statique (p.ex. visage exprimant une émotion) est présenté rapidement dans un

premier œil alors qu'une série de stimuli (figures dynamiques de Mondrian (dessins abstraits colorés; Tsuchiya et al., 2009)) est présentée simultanément dans le deuxième œil. Les nombreux changements dans l'œil recevant la série de stimuli capturent l'attention, de sorte que le stimulus statique reçu par le premier œil n'est pas perçu de manière consciente (Tsuchiya & Koch, 2004; Willenbockel et al., 2012). En parallèle, l'utilisation conjointe de la méthode des Bulles fréquentielles (Willenbockel, 2013) combinée à des enregistrements crâniens par électroencéphalogramme a permis de cartographier les fréquences spatiales qui pouvaient moduler l'activation de certaines structures cérébrales, dont l'amygdale, en fonction du niveau de conscience des expressions faciales présentées, notamment la peur (Willenbockel, 2013). Par ailleurs, la méthode des Bulles fréquentielles (Willenbockel, 2013) est une variante de la méthode des Bulles (Gosselin & Schyns, 2001) employée notamment pour examiner quelle information visuelle disponible à une fréquence spatiale donnée corrèle avec les réponses des observateurs. En guise de perspective future, dans le cas où la méthode des Bulles fréquentielles (Willenbockel, 2013) s'avère davantage précise puisqu'elle échantillonne de façon continue les fréquences spatiales (au lieu de les diviser en cinq bandes tel qu'il est le cas pour le présent projet), elle pourrait permettre de révéler des différences au travers des fréquences spatiales. Cela dit, tel que mentionné précédemment, l'avantage de la méthode que nous avons utilisé en lien avec la pertinence de notre projet est qu'elle permettait de vérifier aussi la présence de différences dans les traits faciaux utilisés, ce que la méthode des Bulles fréquentielles (Willenbockel, 2013) n'aurait pas pu faire. Les résultats ont montré que le processus inconscient relève davantage des basses fréquences spatiales, ces dernières ayant été traitées plus tôt et rapidement en comparaison au processus conscient. De façon pertinente pour nous, ces résultats supportent l'existence de mécanismes différents impliqués dans le traitement de visages émotionnels de manière consciente ou inconsciente. Sur la même lancée, les données d'une étude abordée précédemment ayant

investigé le jugement de confiance implicite à l'aide de la stimulation visuelle périodique combinée à des enregistrements crâniens, s'est avérée efficace pour détecter les processus visuels de bas niveau. Ceci en captant une réponse amplifiée de l'activité cérébrale dans les régions bilatérales du cortex occipito-temporal, laquelle peut être associée indirectement à l'amygdale, pour des séquences de visages jugés moins dignes de confiance (Verosky et al., 2020). De plus, puisqu'il est connu que le jugement de confiance est étroitement lié aux émotions, notamment la perception de la joie et de la colère lesquelles sont corrélées avec le jugement de confiance (Oosterhof & Todorov, 2008), l'utilisation d'une procédure similaire adaptée à nos besoins pourrait amener à des différences d'informations visuelles utilisées pour le percept de confiance implicite, de même que des différences au travers des bandes de fréquences spatiales, tel qu'il était attendu pour le présent projet.

Une autre idée, plus écologique et abordable, serait d'utiliser une procédure d'amorçage inconscient (Willenbockel et al., 2013). Effectivement, Willenbockel et ses collègues (2013) ont capturé les seuils de conscience de cibles visuelles (c.-à-d. expressions faciales) à l'aide d'une méthode d'amorçage inconscient combinée à la méthode des Bulles fréquentielles (Willenbockel, 2013), laquelle a été expliquée préalablement (Willenbockel, 2013; Willenbockel et al., 2013). Les chercheurs ont ainsi pu mesurer les fréquences spatiales qui ont modulé la réponse des observateurs sous différentes conditions d'amorçage (p.ex. absence ou présence d'amorce, amorce visible ou invisible) à l'aide d'une tâche de catégorisation de genre. Ce type de méthode permet un traitement d'un stimulus cible influencé par une amorce reliée même lorsque les participants n'ont pas conscience de ce dernier. Les chercheurs ont alors pu montrer que les basses fréquences spatiales sont traitées de façon non consciente alors que les hautes ne sont pas disponibles durant le traitement non conscient. Cette mesure complètement implicite pourrait

permettre d'obtenir des résultats qui pourraient également conforter l'hypothèse de départ, soit que le percept de confiance implicite repose sur les basses fréquences spatiales.

Un autre point non négligeable à mentionner concerne le lien entre l'automatisme d'un jugement et la vitesse de traitement des expressions faciales. La relation entre ces deux variables est assumée depuis de nombreuses années (Palermo & Rhodes, 2007). Cependant, le lien entre ces deux composantes ne serait pas si direct selon les résultats d'une étude récente en électrophysiologie et vont par le fait même à l'encontre d'années d'évidence empirique (Roberge et al., 2019). Plus précisément, les chercheurs sont parvenus à montrer un recrutement de ressources attentionnelles lors de l'enregistrement de potentiels évoqués pour des variables impliquées dans le traitement des expressions faciales et des émotions, dont l'encodage perceptuel, la détection des émotions et l'évaluation de la valence émotionnelle (Roberge et al., 2019). Ces résultats suggèrent donc que le traitement des expressions faciales ne serait pas complètement automatique, et ce même lorsque l'information est traitée rapidement et sans effort. Ainsi, dans les prochaines années, les modèles assumant un lien entre le caractère automatique d'un jugement de confiance implicite et la vitesse de traitement des expressions faciales devront être révisés. Cela permettra possiblement de mieux comprendre les mécanismes impliqués pour poser un jugement de confiance implicite sur la base de l'apparence faciale et de clarifier du coup les différences perceptives en fonction du type de jugement, qu'il soit explicite ou implicite.

4.4. Retombées théoriques et pratiques

L'inférence de traits de personnalité basée sur l'apparence faciale influence conséquemment plusieurs décisions, telles que des décisions économiques, politiques, légales, et ce, même si cela ne devrait pas être le cas (Jaeger et al., 2020). Plus précisément, ces jugements

sociaux peuvent mener à des décisions biaisées, voire discriminatoires (Jaeger et al., 2020; Oosterhof & Todorov, 2010). Il devient alors pertinent de s'intéresser à la façon dont l'impact de ces jugements peut être réduit sachant qu'ils ne sont pas exacts et qu'ils peuvent à la limite porter préjudice. De façon encourageante, des pistes d'intervention émergent peu à peu de l'avancement des connaissances en psychologie sociale pour diminuer l'impact des jugements à partir de l'apparence faciale sur le comportement adopté envers autrui. Cependant, la première impression demeure robuste (Falvello et al., 2015; Jaeger et al., 2020). En ce sens, les résultats d'une étude récente réalisée dans le domaine légal (décision de sentence) ont démontré que différents types d'interventions, notamment de la psychoéducation concernant l'inférence de trait de personnalité basé sur l'apparence faciale, n'ont pas été significativement concluants pour diminuer l'impact des jugements (Jaeger et al., 2020). D'autre part, bien que les résultats d'études demeurent mitigés, le nombre d'années d'expérience professionnelle pourrait s'avérer un facteur positif à la diminution du biais relié à un jugement (Bouchard, 2014; Mattarozzi et al., 2017). En psychologie clinique, sachant que la relation thérapeutique entre client et psychologue compte pour environ 30 % de l'efficacité de l'intervention (Lambert, 1992), l'impact d'un jugement basé sur l'apparence faciale pourrait amener un effet délétère tant pour le client envers le thérapeute que le contraire. Sachant qu'un jugement de confiance est fortement corrélé avec d'autres jugements sociaux telles la compétence et la chaleurosité (Oosterhof & Todorov, 2008), le manque de bienveillance ou d'empathie relié à un jugement pourrait compromettre la relation thérapeutique, de même qu'affecter l'efficacité des interventions (Asay & Lambert, 1999; Bouchard, 2014; Gros-Louis, 2003, 2011). Pour diminuer le biais des jugements dans la pratique clinique, mieux comprendre comment opère un jugement de confiance spontané, permettra de mieux orienter des pistes de solution futures (Jaeger et al., 2020).

Conclusion

En conclusion, l'objectif de ce travail était d'investiguer l'information visuelle utilisée pour effectuer un jugement de confiance implicite. La principale contribution de ce projet est d'avoir fait un pas dans l'exploration des composantes implicites du jugement de confiance, lequel a peu été étudié jusqu'ici en comparaison à sa nature explicite. En pratique, l'enrichissement des connaissances pourrait offrir l'opportunité d'employer des interventions faisables dans la vraie vie (Jaeger et al., 2020) et de conscientiser, entre autres, les cliniciens dans leur pratique quant à la puissance d'un jugement de confiance basé sur l'apparence faciale. Concrètement, de l'éducation mérite d'être davantage proposée sachant que les individus effectuent des jugements sociaux de façon rapide et automatique basée seulement sur l'apparence faciale, que l'exactitude de ces jugements dépasse de peu la chance et que des actions sont faites en conséquence de ces derniers. D'autres études seront nécessaires pour préciser des moyens d'intervention efficaces permettant de moduler la première impression, laquelle apparaît robuste (Falvello et al., 2015; Jaeger et al., 2020).

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.
- Adolphs, R., Nummenmaa, L., Todorov, A., & Haxby, J. V. (2016). Data-driven approaches in the investigation of social perception. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 371(1693), 20150367.
- Adolphs, R., & Tranel, D. (2003). Amygdala damage impairs emotion recognition from scenes only when they contain facial expressions. *Neuropsychologia*, 41, 1281–1289. doi : [http://doi.org/10.1016/S0028-3932\(03\)00064-2](http://doi.org/10.1016/S0028-3932(03)00064-2)
- Adolphs, R., Tranel, D., & Damasio, A.R. (1998). The human amygdala in social judgment. *Nature*, 393, 470-474.
- Adolphs, R., Tranel, D., Damasio, H., & Damasio, A. (1994). Impaired recognition of emotion in facial expressions following bilateral damage to the human amygdala. *Nature*, 372(6507), 669-672.
- Adolphs, R., Tranel, D., Hamann, S., Young, A.W., Calder, A., Phelps, E.A., Anderson, A., Lee, G.P., & Damasio, A.R. (1999). Recognition of facial emotion in nine individuals with bilateral amygdala damage. *Neuropsychologia*, 37(10), 1111–1117. doi : [http://doi.org/10.1016/S0028-3932\(99\)00039-1](http://doi.org/10.1016/S0028-3932(99)00039-1)

Albright, L., Malloy, T.E., Dong, Q., Kenny, D.A., Fang, X., Winkvist, L., & Yu, D. (1997).

Cross-cultural consensus in personality judgments. *Journal of Personality and Social*

Psychology, 72(3), 558–569. doi : <http://doi.org/10.1037/0022-3514.72.3.558>

Allain, P. (2013). La prise de décision: aspects théoriques, neuro-anatomie et évaluation. *Revue de neuropsychologie*, 5(2), 69-81.

Anderson, A.K., & Phelps, E.A. (2000). Expression without recognition: contributions of the

human amygdala to emotional communication. *Psychological Science : A Journal of the*

American Psychological Society / APS, 11(2), 106–111. doi : <http://doi.org/10.1111/1467-9280.00224>

Asay, T. P., & Lambert, M. J. (1999). The empirical case for the common factors in therapy:

Quantitative findings.

Ballew, C.C., & Todorov, A. (2007). Predicting political elections from rapid and unreflective

face judgments. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of*

America (PNAS), 104(46), 17948-17953. doi : <http://doi.org/10.1073/pnas.0705435104>

Bar, M., Neta, M., & Linz, H. (2006). Very first impressions. *Emotion*, 6(2), 269–278. doi :

<http://doi.org/10.1037/1528-3542.6.2.269>

Baron, S.G., Gobbini, M.I., Engell, A.D., & Todorov, A. (2011). Amygdala and dorsomedial

prefrontal cortex responses to appearance-based and behavior-based person impressions.

Social Cognitive and Affective Neuroscience, 6(5), 572–581. doi :

<http://doi.org/10.1093/scan/nsq086>

- Baron-Cohen, S., Ring, H. A., Wheelwright, S., Bullmore, E. T., Brammer, M. J., Simmons, A., & Williams, S. C. (1999). Social intelligence in the normal and autistic brain: an fMRI study. *European journal of neuroscience*, *11*(6), 1891-1898.
- Berg, J., Dickhaut, J., & McCabe, K. (1995). Trust, reciprocity, and social history. *Games and economic behavior*, *10*(1), 122-142.
- Bonnefon, J. F., Hopfensitz, A., & De Neys, W. (2017). Can we detect cooperators by looking at their face?. *Current Directions in Psychological Science*, *26*(3), 276-281.
- Bouchard, M. È. (2014). *Alliance thérapeutique, expérience du thérapeute et satisfaction du client envers la thérapie: étude des relations entre ces variables* (Doctoral dissertation, Université de Sherbrooke).
- Brainard, D. H. (1997). The psychophysics toolbox. *Spatial vision*, *10*(4), 433-436.
- Chang, L.J., Doll, B.B., Van 't Wout, M., Frank, M.J., & Sanfey, A.G. (2010). Seeing is believing: Trustworthiness as a dynamic belief. *Cognitive Psychology*, *61*(2), 87–105. doi : <http://doi.org/10.1016/j.cogpsych.2010.03.001>
- Charbonneau, I., Robinson, K., Blais, C., & Fiset, D. (2020). Implicit race attitudes modulate visual information extraction for trustworthiness judgments. *Plos one*, *15*(9), e0239305.
- Chartrand, T.L., & Bargh, J.A. (1996). Automatic activation of impression formation and memorization goals : Nonconscious goal priming reproduces effects of explicit task instructions. *Journal of Personality and Social Psychology*, *71*(3), 464–478.

- Chauvin, A., Worsley, K.J., Schyns, P.G., Arguin, M., & Gosselin, F. (2005). Accurate statistical tests for smooth classification images. *Journal of Vision*, 5(9), 659–667. doi : <http://doi.org/10.1167/5.9.1>
- Chen, M., & Bargh, J.A. (1999). Consequences of automatic evaluation: Immediate behavioral predispositions to approach or avoid the stimulus. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 25(2), 215–224. doi : <http://doi.org/10.1177/0146167299025002007>
- Cunningham, W. A., & Brosch, T. (2012). Motivational Salience: Amygdala tuning from traits, needs, values, and goals. *Association for Psychological*, 21(1), 54–59. doi : <http://doi.org/10.1177/0963721411430832>
- Dehaene, S., Changeux, J. P., Naccache, L., Sackur, J., & Sergent, C. (2006). Conscious, preconscious, and subliminal processing: a testable taxonomy. *Trends in cognitive sciences*, 10(5), 204-211.
- De Valois, R. L., & De Valois, K. K. (1990). *Spatial Vision* (New York: Oxford Univ. Press).
- Dotsch, R., Hassin, R. R., & Todorov, A. (2016). Statistical learning shapes face evaluation. *Nature Human Behaviour*, 1(1), 1-6.
- Dotsch, R., & Todorov, A. (2012). Reverse correlating social face perception. *Social Psychological and Personality Science*, 3(5), 562–571. doi : <http://doi.org/10.1177/1948550611430272>
- Dzhelyova, M., Perrett, D.I., & Jentsch, I. (2012). Temporal dynamics of trustworthiness perception. *Brain Research*, 1435, 81–90. doi : <http://doi.org/10.1016/j.brainres.2011.11.043>

- Engell, A.D., Haxby, J.V., & Todorov, A. (2007). Implicit trustworthiness decisions: Automatic coding of face properties in the human amygdala. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 19(9), 1508–1519. doi : <http://doi.org/10.1162/jocn.2007.19.9.1508>
- Eslinger, P.J. & Damasio, A.R. (1985). Severe disturbance of higher cognition after bilateral frontal lobe ablation: Patient EVR. *Neurology*, 35, 1731–1741.
- Falvello, V., Vinson, M., Ferrari, C., & Todorov, A. (2015). The robustness of learning about the trustworthiness of other people. *Social Cognition*, 33(5), 368-386.
- FeldmanHall, O., Dunsmoor, J. E., Tompary, A., Hunter, L. E., Todorov, A., & Phelps, E. A. (2018). Stimulus generalization as a mechanism for learning to trust. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 115(7), E1690-E1697.
- Ferrari, C., Lega, C., Vernice, M., Tamietto, M., Mende-Siedlecki, P., Vecchi, T., ... & Cattaneo, Z. (2016). The dorsomedial prefrontal cortex plays a causal role in integrating social impressions from faces and verbal descriptions. *Cerebral cortex*, 26(1), 156-165.
- Fiske, S.T., Cuddy, A.J.C., & Glick, P. (2001). Universal dimensions of social cognition: Warmth and competence. *Trends in Cognitive Sciences*, 11(2), 77–83. doi : <http://doi.org/10.1016/j.tics.2006.11.005>
- Freeman, J.B., Stolier, R.M., Ingbretsen, Z.A., & Hehman, E.A. (2014). Amygdala responsivity to high-level social information from unseen faces. *Journal of Neuroscience*, 34(32), 10573–10581. doi : <http://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.5063-13.2014>

- Gordon, D.S., & Platek, S.M. (2009). Trustworthy? The brain knows: Implicit neural responses to faces that vary in dark triad personality characteristics and trustworthiness. *Journal of Social, Evolutionary, and Cultural Psychology*, 3(3), 182–200. doi : <http://doi.org/10.1023/A:1027332800296>
- 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 : [http://doi.org/10.1016/S0042-6989\(01\)00097-9](http://doi.org/10.1016/S0042-6989(01)00097-9)
- Gosselin, F., & Schyns, P. G. (2003). Superstitious perceptions reveal properties of internal representations. *Psychological science*, 14(5), 505-509.
- Gros-Louis, Y. (2003). *Sous le match nul entre les approches en psychothérapie*: les facteurs communs. *Psychologie Québec*, sept. 26-31.
- Gros-Louis, Y. (2011). *Pour installer une forte alliance, rejoindre le monde du client*. *Psychologie Québec*, mars, 33-35.
- Heerey, E.A., & Velani, H. (2010). Implicit learning of social predictions. *Journal of Experimental Social Psychology*, 46(3), 577–581. doi : <http://doi.org/10.1016/j.jesp.2010.01.003>
- Haith, M. M., Bergman, T., & Moore, M. J. (1977). Eye contact and face scanning in early infancy. *Science*, 198(4319), 853-855.
- Jack, R. E., Crivelli, C., & Wheatley, T. (2018). Data-driven methods to diversify knowledge of human psychology. *Trends in cognitive sciences*, 22(1), 1-5.

- Jaeger, B., Todorov, A. T., Evans, A. M., & van Beest, I. (2020). Can we reduce facial biases? Persistent effects of facial trustworthiness on sentencing decisions. *Journal of Experimental Social Psychology*, 90, 104004.
- Kawashima, R., Sugiura, M., Kato, T., Nakamura, A., Hatano, K., Ito, K., ... & Nakamura, K. (1999). The human amygdala plays an important role in gaze monitoring: A PET study. *Brain*, 122(4), 779-783.
- Keating, C. F., & Keating, E. G. (1982). Visual scan patterns of rhesus monkeys viewing faces. *Perception*, 11(2), 211-219.
- Lambert, M. (1992). Implications of outcome research for psychotherapy integration. *Handbook of psychotherapy integration*, 94-129.
- Mangini, M.C., & Biederman, I. (2004). Making the ineffable explicit : Estimating the information employed for face classifications. *Cognitive Science*, 28, 209-226.
doi:10.1016/j.cogsci.2003.11.004
- Marzano, M. (2010). Qu'est-ce que la confiance?. *Études*, 412(1), 53-63.
- Mattarozzi, K., Colonnello, V., De Gioia, F., & Todorov, A. (2017). I care, even after the first impression: Facial appearance-based evaluations in healthcare context. *Social Science & Medicine*, 182, 68-72.
- Meletti, S., Benuzzi, F., Rubboli, G., Cantalupo, G., Maserati, M. S., Nichelli, P., & Tassinari, C. (2003). Impaired facial emotion recognition in early-onset right mesial temporal lobe epilepsy. *Neurology*, 60(3), 426-431.

- Morris, J. S., deBonis, M., & Dolan, R. J. (2002). Human amygdala responses to fearful eyes. *Neuroimage*, 17(1), 214-222.
- Naumann, L.P., Vazire, S., Rentfrow, P.J., & Gosling, S.D. (2009). Personality judgments based on physical appearance. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 35(12), 1661–1671.
doi : <http://doi.org/10.1177/0146167209346309>
- Oh, D., Shafir, E., & Todorov, A. (2019). Economic status cues from clothes affect perceived competence from faces. *Nature human behaviour*, 4(3), 287-293.
- Olivola, C. Y., Funk, F., & Todorov, A. (2014). Social attributions from faces bias human choices. *Trends in Cognitive Sciences*, 18(11), 566-570.
- Olivola, C.Y., & Todorov, A. (2010). Elected in 100 milliseconds: Appearance-based trait inferences and voting. *Journal of Nonverbal Behavior*, 34(2), 83–110. doi : <http://doi.org/10.1007/s10919-009-0082-1>
- Olson, I.R., & Marshuetz, C. (2005). Facial attractiveness is appraised in a glance. *Emotion*, 5(4), 498–502. doi : <http://doi.org/10.1037/1528-3542.5.4.498>
- Oosterhof, N.N., & Todorov, A. (2008). The functional basis of face evaluation. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America (PNAS)*, 105(32), 11087–11092. doi : <http://doi.org/10.1073/pnas.0805664105>
- Palermo, R., & Rhodes, G. (2007). Are you always on my mind? A review of how face perception and attention interact. *Neuropsychologia*, 45(1), 75-92.

Parker, D.M., & Costen, N.P. (1999). One extreme or the other, or perhaps the golden mean?

Issues of spatial resolution in face processing. Dans H. Ellis et N. Macrae(dir.), *Validation in Psychology : Research Perspectives* (p.151-162). Transaction Publishers.

Platek, S.M., Krill, A.L., & Wilson, B. (2009). Implicit trustworthiness ratings of self-resembling faces activate brain centers involved in reward. *Neuropsychologia*, 47(1), 289–293. doi :

<http://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2008.07.018>

Roberge, A., Duncan, J., Fiset, D., & Brisson, B. (2019). Dual-task interference on early and late stages of facial emotion detection is revealed by human electrophysiology. *Frontiers in human neuroscience*, 13, 391.

Robinson, K., Blais, C., Duncan, J., Forget, H., & Fiset, D. (2014). The dual nature of the human face: There is a little Jekyll and a little Hyde in all of us. *Frontiers in Psychology*, 5(139), 1–9. doi : <http://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.00139>

Rudoy, J.D., & Paller, K.A. (2009). Who can you trust? Behavioral and neural differences between perceptual and memory-based influences. *Frontiers in Human Neuroscience*, 3(16) 1-6. doi : <http://doi.org/10.3389/neuro.09.016.2009>

Rule, N.O., Krendl, A.C., Ivcevic, Z., & Ambady, N. (2012). Accuracy and consensus in judgments of trustworthiness from faces: Behavioral and neural correlates. *Journal of Personality and Social Psychology*, 104(3), 409–426. doi : <http://doi.org/10.1037/a0031050>

Said, C.P., Baron, S.G., & Todorov, A. (2009). Nonlinear amygdala response to face trustworthiness: Contributions of high and low spatial frequency information. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 21(3), 519–528. doi : <http://doi.org/10.1162/jocn.2009.21041>

- Said, C.P., Dotsch, R., & Todorov, A. (2011). The amygdala and FFA track both social and non-social face dimensions. *Neuropsychologia*, 49(4), 630–639. doi : <http://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2011.02.028>
- Said, C., Sebe, N., & Todorov, A. (2008). Structural resemblance to emotional expressions predicts evaluation of emotionally neutral faces. *Emotion*, 1-5. doi : 10.1037/a0014681
- Salvia, E., Mevel, K., Borst, G., Poirel, N., Simon, G., Orliac, F., ... & De Neys, W. (2020). Age-related neural correlates of facial trustworthiness detection during economic interaction. *Journal of Neuroscience, Psychology, and Economics*, 13(1), 19.
- Schiller, D., Freeman, J.B., Mitchell, J.P., Uleman, J.S., & Phelps, E.A. (2009). A neural mechanism of first impressions. *Nature Neuroscience*, 12(4), 508–514. doi : <http://doi.org/10.1038/nn.2278>
- Sowden, P. T., & Schyns, P. G. (2006). Channel surfing in the visual brain. *Trends in cognitive sciences*, 10(12), 538-545.
- Stanley, D. A., Sokol-Hessner, P., Banaji, M. R., & Phelps, E. A. (2011). Implicit race attitudes predict trustworthiness judgments and economic trust decisions. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(19), 7710-7715.
- Todorov, A. (2008). Evaluating faces on trustworthiness: An extension of systems for recognition of emotions signaling approach/avoidance behaviors. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1124(1), 208–224. doi : <http://doi.org/10.1196/annals.1440.012>
- Todorov, A. (2017). *Face value: The irresistible influence of first impressions*. Princeton University Press.

- Todorov, A., Baron, S.G., & Oosterhof, N.N. (2008). Evaluating face trustworthiness: A model based approach. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 3(2), 119–127. doi : <http://doi.org/10.1093/scan/nsn009>
- Todorov, A., Dotsch, R., Wigboldus, D. H., & Said, C. P. (2011). Data-driven methods for modeling social perception. *Social and Personality Psychology Compass*, 5(10), 775-791.
- Todorov, A., & Duchaine, B. (2008). Reading trustworthiness in faces without recognizing faces. *Cognitive Neuropsychology*, 25(3), 395–410. doi : <http://doi.org/10.1080/02643290802044996>
- Todorov, A., & Engell, A.D. (2008). The role of the amygdala in implicit evaluation of emotionally neutral faces. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 3(4), 303–312. doi : <http://doi.org/10.1093/scan/nsn033>
- Todorov, A., Gobbini, M.I., Evans, K.K., & Haxby, J.V. (2007). Spontaneous retrieval of affective person knowledge in face perception. *Neuropsychologia*, 45(1), 163–173. doi : <http://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2006.04.018>
- Todorov, A., Mandisodza, A.N., Goren, A., & Hall, C.C. (2005). Inferences of competence from faces predict election outcomes. *Science*, 308(5728), 1623–1626. doi : <http://doi.org/10.1126/science.1110589>
- Todorov, A., Mende-Siedlecki, P., & Dotsch, R. (2013). Social judgments from faces. *Current Opinion in Neurobiology*, 23(3), 373–380. doi : <http://doi.org/10.1016/j.conb.2012.12.010>

- Todorov, A., Olivola, C. Y., Dotsch, R., & Mende-Siedlecki, P. (2015). Social attributions from faces: Determinants, consequences, accuracy, and functional significance. *Annual review of psychology*, 66.
- Todorov, A., & Olson, I.R. (2008). Robust learning of affective trait associations with faces when the hippocampus is damaged, but not when the amygdala and temporal pole are damaged. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 3(3), 195–203. doi : <http://doi.org/10.1093/scan/nsn013>
- Todorov, A., Pakrashi, M., & Oosterhof, N.N. (2009). Evaluating faces on trustworthiness after minimal time exposure. *Social Cognition*, 27(6), 813–833. doi : <http://doi.org/10.1521/soco.2009.27.6.813>
- Todorov, A., Said, C.P., Engell, A.D., & Oosterhof, N.N. (2008). Understanding evaluation of faces on social dimensions. *Trends in Cognitive Sciences*, 12(12), 455–460. doi : <http://doi.org/10.1016/j.tics.2008.10.001>
- Todorov, A., & Uleman, J.S. (2003). The efficiency of binding spontaneous trait inferences to actors faces. *Journal of Experimental Social Psychology*, 39(6), 549–562. doi : [http://doi.org/10.1016/S0022-1031\(03\)00059-3](http://doi.org/10.1016/S0022-1031(03)00059-3)
- Todorov, A., & Uleman, J.S. (2004). The person reference process in spontaneous trait inferences. *Journal of Personality and Social Psychology*, 87(4), 482–493. doi : <http://doi.org/10.1037/0022-3514.87.4.482>

Toscano, H., Schubert, T. W., Dotsch, R., Falvello, V., & Todorov, A. (2016). Physical strength as a cue to dominance: A data-driven approach. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 42(12), 1603-1616.

Tsuchiya, N., & Koch, C. (2004). Continuous flash suppression. *Journal of Vision*, 4(8), 61-61.

Tsuchiya, N., Moradi, F., Felsen, C., Yamazaki, M., & Adolphs, R. (2009). Intact rapid detection of fearful faces in the absence of the amygdala. *Nature neuroscience*, 12(10), 1224-1225.

Van't Wout, M., & Sanfey, A. G. (2008). Friend or foe: The effect of implicit trustworthiness judgments in social decision-making. *Cognition*, 108(3), 796-803.

Verosky, S. C., Porter, J., Martinez, J. E., & Todorov, A. (2018). Robust effects of affective person learning on evaluation of faces. *Journal of personality and social psychology*, 114(4), 516.

Verosky, S.C., & Todorov, A. (2009). Differential neural responses to faces physically similar to the self as a function of their valence. *NeuroImage*, 49(2), 1690–1698. doi : <http://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2009.10.017>

Verosky, S. C., & Todorov, A. (2013). When physical similarity matters: Mechanisms underlying affective learning generalization to the evaluation of novel faces. *Journal of Experimental Social Psychology*, 49(4), 661-669.

Verosky, S. C., Zoner, K. A., Marble, C. W., Sammon, M. M., & Babarinsa, C. O. (2020). Implicit responses to face trustworthiness measured with fast periodic visual stimulation. *Journal of vision*, 20(7), 29-29.

- Vuilleumier, P., Armony, J.L., Driver, J., & Dolan, R.J. (2003). Distinct spatial frequency sensitivities for processing faces and emotional expressions. *Nature Neuroscience*, 6(6), 624–631. doi : <http://doi.org/10.1038/nn1057>
- Walker, M., & Vetter, T. (2009). Portraits made to measure: manipulating social judgments about individuals with a statistical face model. *Journal of Vision*, 9(11), 1.–13. doi : <http://doi.org/10.1167/9.11.12>
- Whalen, P. J., Kagan, J., Cook, R. G., Davis, F. C., Kim, H., Polis, S., ... & Johnstone, T. (2004). Human amygdala responsivity to masked fearful eye whites. *Science*, 306(5704), 2061-2061.
- Willenbockel, V. (2013). *Visual information processing during conscious and non-conscious face perception* [thèse de doctorat, Université de Montréal]. Papyrus. <https://papyrus.bib.umontreal.ca/xmlui/handle/1866/2991/browse?locale=fr&type=author&value=Willenbockel%2C+Verena>
- Willenbockel, V., Lepore, F., Nguyen, D. K., Bouthillier, A., & Gosselin, F. (2012). Spatial frequency tuning during the conscious and non-conscious perception of emotional facial expressions—an intracranial ERP study. *Frontiers in psychology*, 3, 237.
- Willenbockel, V., Lepore, F., Bacon, B. A., & Gosselin, F. (2013). The informational correlates of conscious and nonconscious face-gender perception. *Journal of vision*, 13(2), 10-10.
- Willis, J., & Todorov, A. (2006). First impressions making up your mind after a 100-ms exposure to a face. *Psychological Science*, 17(7), 592–598. doi : <http://doi.org/10.1111/j.1467-9280.2006.01750.x>

- Winston, J.S., O'Doherty, J., & Dolan, R.J. (2003). Common and distinct neural responses during direct and incidental processing of multiple facial emotions. *NeuroImage*, 20(1), 84–97.
doi : [http://doi.org/10.1016/S1053-8119\(03\)00303-3](http://doi.org/10.1016/S1053-8119(03)00303-3)
- Winston, J.S., Strange, B.A, O'Doherty, J., & Dolan, R.J. (2002). Automatic and intentional brain responses during evaluation of trustworthiness of faces. *Nature Neuroscience*, 5(3), 277–283. doi : <http://doi.org/10.1038/nn816>
- Winston, J.S., Vuilleumier, P., & Dolan, R.J. (2003). Effects of low-spatial frequency components of fearful faces on fusiform cortex activity. *Current Biology*, 13(20), 1824–1829. doi : <http://doi.org/10.1016/j.cub.2003.09.038>
- Yang, D., Qi, S., Ding, C., & Song, Y. (2011). An ERP study on the time course of facial trustworthiness appraisal. *Neuroscience Letters*, 496(3), 147–151. doi : <http://doi.org/10.1016/j.neulet.2011.03.066>
- Zebrowitz, L.A., Hall, J.A., Murphy, N.A., & Rhodes, G. (2002). Looking smart and looking good: Facial cues to intelligence and their origins. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 28(2), 238–249. doi : <http://doi.org/10.1177/0146167202282009>
- Zebrowitz-McArthur, L., & Berry, D.S. (1987). Cross-cultural agreement in perceptions of babyfaced adults. *Journal of Cross-Cultural Psychology*, 18(2), 165-192.
- Zebrowitz, L.A., & Montepare, J.M. (2008). Social psychological face perception : Why appearance matters. *Social Personality, Psychology Compass*, 2(3), 1–16. doi : <http://doi.org/10.1111/j.1751-9004.2008.00109.x.Social>

Zebrowitz, L.A., & Rhodes, G. (2004). Sensitivity to “bad genes” and the anomalous face overgeneralization effect: Cue validity, cue utilization, and accuracy in judging intelligence and health. *Journal of Nonverbal Behavior*, 28(3), 167–185. doi : <http://doi.org/10.1023/B:JONB.0000039648.30935.1b>

Zebrowitz, L. A., Kikuchi, M., & Fellous, J. M. (2010). Facial resemblance to emotions: group differences, impression effects, and race stereotypes. *Journal of personality and social psychology*, 98(2), 175.

Annexe A – Formulaire de consentement



Université du Québec en Outaouais

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

FORMULAIRE DE CONSENTEMENT

Identification des processus cognitifs impliqués dans des tâches de décisions financières Laboratoire de perception visuelle et sociale (LPVS)

Chercheurs responsables

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

Caroline Blais, Ph.D. (poste 2551)

Daniel Fiset, Ph.D. (poste 2357)

Étudiants responsables

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

Mélissa Carré, Candidate D.Psy

DESCRIPTION DE L'ÉTUDE

Nous sollicitons par la présente votre participation à la recherche en titre, qui vise à mieux comprendre quels sont les processus cognitifs impliqués dans des tâches de décisions financières. Votre participation à ce projet de recherche impliquera une séance d'une durée d'environ une à deux heures. La tâche que vous aurez à compléter se divisera en deux parties. Dans un premier temps, lorsque le visage vous sera présenté, vous aurez à identifier s'il s'agit d'un homme ou d'une femme. Dans un deuxième temps, vous aurez à faire une tâche de décision financière. Les tâches impliquées dans cette étude contiennent des risques physiques ou psychologiques minimales. Il est possible que vous ressentiez de la fatigue ou de l'ennui. Vous avez la possibilité de vous retirer en tout temps, sans justification et sans perte de droit.

Les données recueillies par cette étude sont entièrement confidentielles et ne pourront en aucun cas mené 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. Les données numériques seront conservées temporairement sur les ordinateurs sur lesquelles elles ont été collectées. Tous les locaux seront fermés sous clé, et les données conservées sur ces ordinateurs ne permettront pas de vous identifier, elles seront dénominalisées et seront détruites cinq ans après que toutes les analyses de données (y compris des analyses secondaires dans des projets de recherches ultérieurs) auront été effectuées¹. Les données seront diffusées sous forme de conférences ou d'affiches scientifiques dans des congrès

¹ « Notamment à des fins de contrôle, et de vérification, vos données de recherche pourraient être consultées par le personnel autorisé de l'UQO, conformément au Règlement relatif à l'utilisation des sources informatiques et des télécommunications ».

spécialisés ou encore sous forme de résumés et d'articles publiés dans des revues spécialisées. Tous les documents papier seront détruits au bout de cinq ans suivant la dernière publication scientifique.

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 les chercheurs s'engagent à mettre en œuvre les moyens nécessaires pour les réduire ou les pallier. Cette étude contribue à l'avancement des connaissances au sujet des processus cognitifs impliqués lors de la prise de décisions financières. Une compensation financière vous sera remise, selon un pourcentage des gains que vous aurez obtenu (environ 10\$ de l'heure), et ce, pour vous remercier de votre participation à cette étude.

Si vous avez des questions concernant ce projet de recherche, vous pouvez communiquer avec Mélissa Carré, étudiante responsable de ce projet de recherche à l'adresse courriel carm48@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.

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 :
