

Université de Montréal

Répertoire de réponses comportementales en situations sociales problématiques chez des  
personnes agressives et non-agressives : une étude PRE

par

Rodrigo Ahumada-Alarcon

Département de psychologie

Faculté des arts et des sciences

Mémoire présenté en vue de l'obtention du grade de Maîtrise es science en Psychologie

Août 2021

© Rodrigo Ahumada-Alarcon, 2021

Université de Montréal

Département de psychologie, Faculté des arts et des sciences

---

*Ce mémoire intitulé*

**Répertoire de réponses comportementales en situations sociales problématiques chez  
des personnes agressives et non-agressives : une étude PRE**

Présenté par

**Rodrigo Ahumada-Alarcon**

*A été évalué par un Jury composé des personnes suivantes*

**Frédéric Gosselin**  
Président-rapporteur

**Jean Gagnon**  
Directeur de recherche

**Arnaud Saj**  
Membre du jury

## Résumé

Les théories cognitives considèrent régulièrement le répertoire de réponses parmi les multitudes de facteurs modulant l'utilisation de comportements agressifs en situations sociales, mais peu d'études explorent le concept à l'aide de mesures adéquates reflétant la nature automatique et instantanée des processus cognitifs qui s'y jouent. Cette étude se base sur de précédents travaux faisant l'utilisation de potentiels reliés aux événements (PRE) pour l'étude de certains aspects du traitement de l'information sociale liée à l'agression. L'activité électrique du cerveau des participants fut enregistrée pendant la lecture de scénarios sociaux hostiles mettant en scènes des réactions hypothétiques à des provocations ambiguës. Les participants placés dans le groupe agressif ont montré une N400 plus ample suivant la lecture d'un mot cible décrivant une réaction non-hostile face à une situation problématique que les participants non-agressifs. Cette déflexion fut également observée chez les participants non-agressifs, mais elle n'est pas statistiquement significative. Cette différence peut être comprise comme une déficience d'accès aux réponses non-hostiles chez les participants agressifs. La présente étude met en évidence les différences au niveau du répertoire de réponses chez les personnes agressives et non-agressives et démontre l'utilité des techniques PRE dans l'étude des processus cognitifs sous-tendant les comportements agressifs.

**Mots clés :** Agression, Agressivité, EEG, Potentiels reliés aux événements, N400, Script, Répertoire de réponses, Cognition, Traitement de l'information sociale

## **Abstract**

Behavioral script repertoires are often discussed in socio-cognitive theories as part of the multitude of factors that modulate the use of aggressive behavior in response to problematic social situations, yet few studies explored the concept with measures capable of properly navigating the instantaneous and automatic access to such repertoires. This study bases itself on previous works using event-related potential (ERP) techniques to study aspects of social information processing of aggression. Participants' brain activity was recorded as they read somewhat hostile social scenarios involving hypothetical behavioral responses to provocations. Participants in the aggressive group showed a statistically significant larger negative shift around 400 ms in the ERP waveform following the reading of a target word describing a non-hostile reaction to a problematic social situation than of a target word describing a hostile reaction, compatible to an N400 effect. Though observed as well, this N400 effect was statistically non-significant in the nonaggressive group. This group difference could be understood as a deficiency in accessing nonaggressive behavioral responses in script repertoires for aggressive individuals. The present study showcases some of the differences between aggressive and nonaggressive people regarding the access to the script repertoire and further proves the usefulness of ERP techniques in the study of cognitive processes underlying aggression.

**Keywords :** Aggression, Hostility, EEG, ERP, N400, Scripts, Script repertoire, Cognition, Social information processing

# Table des matières

Résumé.....	i
Abstract.....	ii
Table des matières.....	iii
Liste des tableaux et des figures.....	iv
Liste des abréviations.....	v
Remerciements.....	vi
Chapitre I : Introduction générale.....	1
Chapitre II : Article scientifique.....	15
Abstract.....	16
Introduction.....	17
Objective of the present study.....	22
Methods.....	24
Participants.....	24
Materials and apparatus.....	25
Hostile Response Paradigm.....	25
Questionnaires.....	28
Procedure.....	30
EEG Recording.....	31
Analysis.....	32
Results.....	33
Table 3. Mean differences in self-reported measures between aggressive and nonaggressive participants.....	34
Discussion.....	40
Conclusion.....	44
References.....	45
Chapitre III : Conclusion générale.....	48
Bibliographie.....	56

## Liste des tableaux et des figures

Table 1. Examples of each possible type of experimental scenarios in the Hostile Response Paradigm.....	Page 22
Table 2. Examples of masks scenarios in the Hostile Response paradigm.....	Page 23
Table 3. Mean differences in self-reported measures between aggressive and nonaggressive participants.....	Page 30
Figure 1. Topographic map of ERP mean differences (mismatch – match) from 400 to 650 ms following the presentation of the target word for nonaggressive (left) and aggressive (right) participants.....	Page 32
Figure 2. Recorded grand average ERP in match and mismatch condition for aggressive and nonaggressive participants of nine locations on the scalp.....	Page 33
Figure 3. Mean ERP difference waveforms (mismatch – match) for the aggressive and nonaggressive groups.....	Page 34

## Liste des abréviations

**ANOVA** : Analyse de variance

**AQ** : *Agression Questionnaire*

**AUDIT** : *Alcohol Use Disdorder Identification Test*

**BSI** : *Brief Symptoms Inventory*

**EEG** : Électroencéphalographie

**EOG** : *Electrooculogram*

**ERP/PRE** : *Event-related potentials* / Potentiels reliés aux évènements

**GAM** : *General Aggression Model*

**Hz** : Hertz

**ICA** : *Idenpedant Component Analysis*

**ms** : Milliseconde

**MAO-A** : Monoamines oxydases - A

**RPAQ** : *Reactive-Proactive Aggression Questionnaire*

**SIP** : *Social Information Processing*

**μV** : microvolt

## Remerciements

J'aimerais d'abord remercier mon directeur de recherche, Jean Gagnon, pour son aide, son écoute et ses conseils. Merci d'avoir cru en moi en début de parcours et de m'avoir accueilli dans votre équipe. Au-delà du travail demandant qu'est celui d'être étudiant aux cycles supérieurs, j'ai eu l'occasion de me découvrir, en tant que professionnel, au sein du LENS et je vous en serai éternellement reconnaissant. Je remercie également mes merveilleux et merveilleuses collègues qui sont toujours prêtes à échanger des idées et à prêter main forte lorsqu'on en a besoin. Alex, Gasser, Joyce, Christopher, Adriana, Wanseo, Joséphine, Geneviève, Anne, Valérie et Steve, merci. Vous êtes la meilleure équipe de laboratoire avec qui j'ai eu l'occasion de travailler. Peu importe où j'irai à partir de maintenant, c'est ce genre de climat que je tenterai de recréer. Un merci particulier à David et Paul; je n'arrive même pas à imaginer à quel point cette collecte de données, en pleine pandémie, aurait été pénible sans vous. J'ai hâte de voir où aboutiront vos projets, le LENS est chanceux de vous compter parmi ses membres.

Ensuite, merci aux garçons qui ont enduré deux ans de bla-bla scientifique et un merci plus spécifique à Émile, Gaël et Max d'être venus servir de cobayes en début de retour aux locaux. *Shout-out* à Fred Guy pour les heures de rédaction en duo et du même coup, désolé Alex pour tous les cris existentiels lors de ces sessions tardives.

J'aimerais aussi remercier mes parents, Griselda Alarcon et Bernardo Ahumada. Je serai éternellement redevable de tous les sacrifices que vous avez faits pour nous. Je ne peux simplement pas m'imaginer faire mes valises et partir pour un pays inconnu à l'autre bout du monde où l'on parle une langue dont j'ai à peine entendu parler. Pourtant, à mon âge, c'est exactement ce que vous avez fait et aujourd'hui, grâce à vous, je suis ici, chez moi. Vous m'avez tout appris, vous m'avez tout donné et vous avez cru en moi. Je vous aime.

Finalement, un merci tout spécial à ma copine, Maude. Merci d'avoir été là, d'avoir enduré les nuits de travail et d'avoir aidé à diminuer le stress lorsque c'était trop pour moi. Merci de m'aimer et de m'aider à devenir la meilleure version de moi-même. Dire que tout ça aura commencé dans une petite boutique de jouets pour enfant. En même temps, ça représente bien qui on est au fond de nous. Je t'aime lovo, merci de m'aimer comme tu m'aimes. Un petit merci aussi à la petite Mandy qui est restée avec moi dans le bureau pendant de longues heures à m'encourager de persévérer. Petit chat, tu es toute petite et toute grise. Repose en paix, *moew*.



## Chapitre I : Introduction générale

Vous laissez sortir un souffle de soulagement lorsque vous tournez le coin et apercevez, enfin, à quelques mètres de vous, un espace de stationnement. Un petit regard sur votre rétroviseur dévoile cependant, assez près derrière vous, un conducteur, qui accélère soudainement. Il vous rattrape rapidement et passe sur votre gauche d'un coup sec. Vous croisez son regard à travers son pare-brise et comprenez qu'il a mire sur le même espace que vous, vous en êtes certain·e. Votre pied appuyé sur l'accélérateur, pas question de faire le tour du bloc une quatrième fois. Dans l'espace de quelques fractions de seconde, votre voiture s'immobilise subitement. Un choc secoue l'entièreté du véhicule et le haut de votre corps est propulsé vers l'avant. Vous levez doucement la tête et remarquez, impuissant·e, que votre parechoc s'est écrasé sur le derrière de l'automobile qui était stationnée là, vous ne l'aviez jamais vue. Une conductrice sort de cette voiture, furieuse, elle vous lance une pluie d'insultes. Le conducteur derrière vous continue quant à lui tranquillement son chemin. Vous regrettez amèrement votre choix. En y repensant, vous ne comprenez pas trop pourquoi vous avez choisi d'agir ainsi, il ne s'agit que d'un espace de stationnement après tout. Il est possible que vous vous reconnaissiez aisément dans le comportement que décrit cette situation ou peut-être que votre instinct aurait plutôt été de ralentir et de laisser le conducteur dangereux se mettre en danger tout seul. Cette situation vous semble probablement irréaliste ou, au contraire, elle vous rappelle un évènement vécu. Une chose est certaine, la réponse à cette question n'est pas la même pour tous et elle dépend probablement de notre tendance, ou pas, à agir de façon agressive dans la vie de tous les jours.

En psychologie, l'agressivité est généralement définie comme étant tout comportement ayant comme but de déranger ou de blesser directement et délibérément une autre personne (Huesmann, 2017). On parlera cependant également d'agressivité si un comportement vise l'élévation de son statut social au détriment de celui de quelqu'un d'autre (Ferguson & Dyck, 2012). De façon générale, les scientifiques définissent l'agressivité réactive (émotionnelle, hostile et émotive, sont aussi utilisés) comme étant une agressivité prenant forme lors d'une réponse face à une quelconque provocation. L'agressivité proactive (ou instrumentale), froide, calculée, serait plutôt liée au désir d'obtenir une récompense tangible (statut, objet, argent) au détriment d'une autre personne, sans nécessairement avoir été provoqué par cette dernière. L'agressivité portée à un extrême peut quant à elle se transformer en comportements violents (Huesmann, 2017). Ces comportements impliquent une blessure (frapper, battre, violenter chez la personne qui en est victime. Malgré tout, agir de façon agressive peut parfois être vu comme un comportement adaptatif sous certains contextes. On pourrait par exemple considérer l'affirmation de soi comme une forme d'agressivité positive. Si on reprend notre exemple plus haut, mais qu'on s'imagine que le stationnement se fait sans accident, on parlerait peut-être d'un comportement d'affirmation, par exemple (Fergusson & Dyck, 2012). Cependant, dans nos sociétés modernes, les comportements agressifs sont généralement considérés comme une façon erronée de gérer une situation problématique. Ainsi, la recherche sur le sujet se concentre surtout sur les causes sous-jacentes d'un problème perçu.

Une idée assez répandue chez les chercheurs en cognition est que l'agressivité est d'abord et avant tout un comportement appris, soit un produit de socialisation, ou de manque de cette dernière (Bandura, 1978; Crick & Dodge, 1994; Huesmann, 2017). Bien que plusieurs prédispositions puissent augmenter les chances qu'une personne agisse de façon agressive au

cours de sa vie (Fergusson & Dyck, 2012; Lacourse, Boivin, Bredgen, Petitclerc, Girard, Vitaro, Paquin, Oulette-Morin, Dionne & Tremblay, 2014; Huesmann, 2017), les théories d'apprentissage social postulent que la société et la famille jouent un rôle clé quant à s'assurer qu'une personne apprenne à agir de façon prosociale, plutôt que d'adopter l'usage fréquent de comportements agressifs (Bandura, 1978; Crick & Dodge, 1994; Huesmann, 2017; Allen, Anderson & Bushman, 2018). En effet, l'usage de comportements agressifs atteint habituellement son sommet à un très jeune âge chez une personne (Lacourse et al., 2014; Lansford, 2017) et ce probablement parce qu'à ce moment de leur vie ces comportements rapportent souvent les résultats escomptés, alors que cela est beaucoup moins le cas en vieillissant. Ces habitudes agressives diminuent donc habituellement avec le temps pour la grande majorité de la population alors qu'elle est socialisée à l'utilisation de comportements plus prosociaux plus efficaces et adéquats (Bandura, 1978; Lansford, 2017, Huesmann, 2017). Les individus pour qui ce niveau d'agressivité ne diminue pas ont tendance à continuer d'être agressifs plus tard dans leur vie et ont plus de chance d'avoir des enfants faisant l'utilisation de ce même genre de comportements (Huesmann, 2017).

Il serait possible de différencier différents types de trajectoires de conduite aggressive. Certains chercheurs défendent l'idée selon laquelle certains individus agressifs présentent des comportements agressifs depuis leur enfance qu'ils maintiendront jusqu'à l'âge adulte alors que pour d'autres, les comportements agressifs apparaîtront à l'adolescence pour s'estomper une fois arrivés à l'âge adulte (Lansford, 2017). Les individus présentant des comportements agressifs depuis un jeune âge risquent habituellement de souffrir de difficultés neurologiques qui pourraient amener des problèmes au niveau de l'impulsivité, des fonctions exécutives et des capacités verbales, ce qui en ferait des enfants plus difficiles pour les parents. C'est

habituellement à ce type de facteurs de risques que l'on fait allusion lorsque l'on parle de facteur biologique. Ce genre de problématique ne serait pas présent chez les individus faisant preuve d'une « phase agressive » à l'adolescence alors qu'ils seraient surtout influencés par des facteurs sociaux comme l'adhésion à des groupes de pairs qui favorisent la prise de risques ou de comportements antisociaux (Lansford, 2017). C'est donc dire qu'il y a un aspect éducatif important. Les jeunes doivent apprendre, de la part de leurs parents et de leur environnement, qu'il existe des moyens plus adéquats que la violence pour arriver à leurs buts. Autrement, les comportements agressifs déjà présents à l'enfance restent et finissent par empirer.

Il semble également que la culture puisse jouer un rôle dans le maintien ou non d'une trajectoire agressive. Par exemple, les résultats d'une étude longitudinale effectuée auprès d'une cohorte en Finlande et aux États-Unis (Kokko, Simonton, Dubow, Lansford, Olson, Huesmann, Boxer, Pulkkinen, Bates, Dodge & Pettit, 2014) rapportent que l'agressivité à l'enfance est restée plus stable chez les enfants américains que chez les enfants finlandais. Les auteurs émettent l'hypothèse que les différents programmes sociétaux présents en Finlande, mais absents aux États-Unis pourraient expliquer cette différence. Aussi, cette même étude rapporte que d'avoir des parents qui ont un statut professionnel aiderait les jeunes à sortir d'une trajectoire agressive alors que les enfants avec des parents n'ayant pas ce genre de statut sont plus propices à rester dans une trajectoire agressive. Ce genre d'étude met en évidence l'importance des facteurs sociaux dans le maintien ou non de comportements agressifs.

Nous pouvons donc affirmer que les facteurs de risques à l'apparition de comportements agressifs sont multiples. Ils incluent autant des facteurs sociaux que biologiques. Outre un trauma au niveau du système nerveux central, les prédispositions génétiques, les niveaux hormonaux, les habiletés au niveau de l'attention et le tempérament à la naissance sont tous des

aspects pouvant faciliter l'apparition de comportements agressifs (Huesmann, 2017). Ceux-ci interagissent avec des aspects sociaux comme un niveau de violence élevé au sein de la famille, des habilités parentales défailantes, un environnement stressant et peu stimulant, l'affiliation à un groupe de pairs défavorables et bien d'autres. Cependant, puisque l'on peut comprendre tout comportement agressif comme trouvant origine dans le cerveau, il est important d'également considérer les efforts de recherche effectués d'un point de vue neuroanatomique. Comme tout comportement humain complexe, il peut être difficile d'identifier hors de tout doute les structures neuronales où prennent source ces comportements (Bartholow, 2017). Nous connaissons toutefois l'importance du cortex préfrontal pour tout ce qui est de la régulation des émotions et des comportements sociaux comme la colère et l'agression. Il s'agit en effet de la région du cerveau qui est impliquée dans les cognitions et les comportements exécutifs complexes. Plusieurs études ont été en mesure de lier des difficultés au niveau du fonctionnement du cortex préfrontal et l'agressivité (Bartholow, 2017). Ces résultats nous laissent croire que l'utilisation répétée de comportements agressifs pourrait découler d'une mauvaise capacité d'autorégulation et de contrôle. Le cortex préfrontal, qui jouerait ici surtout un rôle modulateur, ne serait cependant pas la seule structure impliquée dans l'apparition de comportements agressifs. Plusieurs études effectuées auprès d'animaux, notamment auprès de rats et de chats, laissent effectivement croire en un rôle important de l'hypothalamus, de l'amygdale et d'autres structures du système limbique au niveau de la régulation de ces comportements (Bartholow, 2017). Chez la souris, des manipulations au niveau du thalamus permettent d'influencer des comportements allant de la soumission, au comportement sexuel jusqu'aux comportements agressifs.

La question des gènes est également importante alors que certaines études nous montrent comment les gènes peuvent influencer les structures cérébrales régulant l'utilisation de comportements agressifs (Raine, 2008). Le meilleur exemple étant possiblement celui des monoamines oxydases - A (MAO-A). En effet, certaines personnes avec une variance au niveau du MAO-A présentent une réduction de volume au niveau de l'amygdale et du cortex préfrontal (Raine, 2008). Aussi, l'enzyme issue des MAO-A peut défaire la sérotonine, un neurotransmetteur impliqué dans la réduction des comportements agressifs (Carrillo, Ricci, Coppersmith & Melloni, 2009). Pour ce qui est de l'influence hormonale sur l'agressivité, plusieurs études dévoilent une implication intéressante de la testostérone, bien que d'une façon moins nette que dans le monde animal (Archer et Carré, 2017). Alors qu'un niveau de base plus élevé de testostérone est associé positivement à l'adoption de comportement plus agressif, les activités de compétition semblent également influencer une présence plus accrue de l'hormone, surtout chez les gagnants. Tout marqueur biologique semble cependant toujours être régulé par les marqueurs sociaux (Huesmann, 2017). Par exemple, un enfant qui aurait un tempérament difficile à la naissance et des problèmes au niveau de l'attention serait plus à risque, s'il a également des parents avec peu d'habilités parentales et qu'il grandit dans un environnement violent et stressant, d'apprendre à faire l'utilisation de comportements agressifs. De surcroît, on peut imaginer que cette enfant vivra plus de situations impliquant l'utilisation de comportements agressifs ou violents et donc qu'il aura plus de chance d'internaliser ces comportements en scripts sociaux acceptables.

C'est donc dire qu'il n'est pas possible d'attribuer l'apparition de comportements agressifs à une seule facette du développement ou de la génétique. C'est de cette réalité que tâcheront de tenir compte les modèles cognitifs. En effet, bien que la recherche nous montre que

l'agressivité est un problème multidéterminé, les modèles cognitifs proposent les processus cognitifs comme étant d'importants modulateurs de l'apparition de comportements agressifs au cours d'une vie. Le General Aggression Model (GAM), un modèle cognitif moderne important dans le domaine de l'agression, propose une compréhension de l'ensemble du phénomène en accordant de l'importance au rôle que jouent les facteurs sociaux, biologiques, cognitifs et développementaux dans l'apparition de comportements agressifs. Ce modèle tire toute son importance dans l'énorme influence qu'il exerce sur le domaine et dans le rôle de guide qu'il joue toujours aujourd'hui sur des techniques importantes d'efforts thérapeutiques, notamment ceux visant l'apprentissage de scripts de comportements alternatifs non-agressifs avec des patients aux prises avec des problèmes d'agressivité (Gilbert, Daffern & Anderson, 2017). Le GAM se divise en deux sections, soit les processus proximaux, faisant référence aux causes impliquées dans l'apparition d'un épisode de comportement agressif particulier, et les processus distaux, faisant essentiellement référence aux aspects de la personnalité pouvant favoriser l'utilisation de comportements agressifs. Selon le GAM, les croyances, les schémas et les scripts comportementaux se retrouvent parmi les aspects les plus importants des causes de l'agressivité. Ces structures affectent plusieurs aspects du fonctionnement cognitif, dont la perception et l'interprétation des stimuli externes et internes, le processus de décisions (accès et sélection des réponses) et les comportements.

Quant à lui, le modèle du traitement des informations sociales (SIP) proposé par Crick et Dodge (1994) est particulièrement intéressant pour l'étude de cognitions et de structures cognitives. On y retrouve une explicitation en six étapes distinctes des processus cognitifs liés à l'apparition d'une réponse comportementale. Le modèle propose une explication complète, allant de la perception et l'interprétation de l'environnement social au choix de comportements à

adopter jusqu'à l'exécution de ces derniers. La première étape est celle de l'encodage, où tous les indices sociaux, internes comme externes, sont d'abord et avant tout perçus par l'individu. Vient ensuite l'étape de l'interprétation de ces indices où l'individu accorde un sens à ces derniers, en fonction du contexte et de ses connaissances. La troisième étape est celle de la clarification des objectifs où l'individu procède à l'évaluation de ses buts face à la situation du moment avant de procéder à la quatrième étape, soit celle de l'accès ou de la construction de la réponse. Les deux dernières étapes sont celles de l'évaluation de la réponse choisie à l'étape précédente puis, si la réponse choisie est considérée comme étant appropriée, l'exécution du comportement. Chacune de ces étapes ferait appel à une banque de données en mémoire à long terme qui contiendrait, entre autres, nos normes morales et sociales intériorisées, nos connaissances sur le monde ainsi qu'un répertoire de réponses composé de scripts sociaux. Cette banque de données guiderait l'entièreté des processus cognitifs liés au traitement de l'information. Il est important de comprendre le modèle comme étant une description en étapes bien définies de processus qui se veulent plutôt automatiques, instantanées et non linéaires. La conception du processus en plusieurs étapes est faite à des fins de compréhension théorique et ne propose en aucun cas une réflexion poussée à chaque étape de la part de l'individu avant l'activation du comportement. Cet aspect est important, car il est la principale raison derrière la difficulté de l'étude de ces processus de façon adéquate.

Le concept d'une banque de données encodé en mémoire à long terme et contenant un répertoire de réponses est régulièrement décrit dans les théories cognitives (Crick & Dodge, 1994, Anderson & Bushman, 2002, Huesmann, 2017). Ce répertoire de réponses, composé de différents scripts sociaux, nous servirait de guide dans nos comportements au quotidien (Crick & Dodge, 1994; Huesmann, 2017). Lorsque nous sommes confrontés à une quelconque situation,



nous aurions tendance à choisir parmi les scripts présents dans notre répertoire ou créer une nouvelle réponse à partir de scripts qui se rapprochent de la situation du moment. La variation chez les individus du contenu de ces scripts présents dans notre répertoire de réponses expliquerait en partie pourquoi certaines personnes agissent de façons différentes devant une situation donnée identique (Huesmann, 2017). Nous apprendrions différents scripts en observant des comportements et garderions dans notre répertoire ceux qui fonctionnent le mieux (Bandura 1978, Crick & Dodge, 1994). Ainsi, une personne ayant grandi dans un environnement où les comportements agressifs sont valorisés, voire nécessaires, aurait un répertoire de réponses composé de plus de scripts agressifs qu'un individu ayant grandi dans un environnement plus sain. Un individu avec ce style de répertoire de réponses agirait plus souvent de façon agressive, car ces réponses sont plus facilement accessibles lorsque viendrait le temps de faire un choix de réponse à adopter devant une situation sociale donnée (Crick & Dodge, 1994; Huesmann, 2017). C'est pour ces raisons que les habilités parentales et leur adoption ou non de comportements agressifs sont vues comme étant un facteur déterminant à l'apprentissage ou non de scripts de réponses agressives (Lansford, 2017). Un parent qui, par exemple, répondrait aux demandes agressives de son enfant par des réprimandes toutes aussi agressives assurerait que l'enfant internalise ces réponses comme étant adéquates.

Les chercheurs ont tenté de plusieurs façons d'atteindre la « boîte noire » que s'avère être le répertoire de réponses. L'étude d'Asarnow et Callan (1985) est un bon exemple de ce genre d'études. Les chercheurs s'intéressaient alors aux différences cognitives chez les jeunes enfants en fonction du statut social que ces derniers occupaient aux yeux de leurs pairs. Après avoir séparé les jeunes en deux groupes selon leur niveau de leur popularité, les chercheurs ont procédé à des entrevues structurées. Ils ont présenté aux enfants différentes situations

problématiques hypothétiques et leur ont demandé de trouver des solutions possibles à celles-ci. Ils ont ensuite proposé quelques solutions de leur part et ont demandé aux jeunes de noter l'efficacité de ces dernières sur une échelle allant de 1 à 5 (la question posée était : aimerais-tu jouer avec un enfant qui réagirait ainsi). Les résultats indiquent que les jeunes plus populaires étaient en mesure de produire plus de solutions et de produire des solutions plus socialement acceptables que les jeunes moins populaires. Ces derniers, en plus de produire des solutions plus souvent de nature agressive, avaient une tendance plus élevée que leurs pairs de noter favorablement des solutions agressives. On pourrait supposer ici une différence dans la composition du répertoire de réponses entre les deux groupes, mais ce genre de tâche ne permet pas d'établir exactement pourquoi les jeunes ont fourni des réponses différentes. Il est probable que les jeunes ayant produit plus de réponses prosociales aient simplement un accès plus efficace pour ce type de réponse. Peut-être ont-ils de meilleures capacités de décodage de stimuli leur permettant d'agir de façon plus appropriée. Il est également possible que le jeune moins populaire démontre un biais d'intention hostile guidant ses réponses vers des comportements hostiles. Dans une étude menée plus récemment par Lim, Day et Casey (2011), les chercheurs ont demandé à des prisonniers violents et non violents de participer à une tâche standard de vignette. Les participants devaient regarder une vidéo dépeignant une situation de provocation hypothétique ambiguë (une voiture prend votre place de stationnement) et indiquer quelles étaient les chances qu'ils crient, frappent ou insultent le provocateur à l'aide d'une échelle allant de 1 à 5. Les résultats indiquent que les prisonniers violents ont plus de chance de prédire l'utilisation de réponse agressive face à la situation hypothétique. À première vue, ces résultats sont cohérents avec la théorie de scripts de réponses puisque les prisonniers violents rapportent une préférence pour l'utilisation de scripts agressifs. Cependant, il est difficile de s'assurer que

ces différences sont bel et bien dues aux différences dans le répertoire de réponses. Celle-ci pourrait être due à un biais d'attribution hostile, ce qui est d'ailleurs l'hypothèse des chercheurs dans cette étude. Il est également possible que certains prisonniers soient simplement meilleurs que d'autres pour prédire la façon dont ils agiront. Ces interrogations illustrent bien à quel point il est difficile de s'assurer que l'on étudie bien le répertoire de réponses et non un autre processus qui y serait relié. Nous constatons que la nature automatique et non observable des cognitions entourant le répertoire de réponses rend l'étude de ce dernier assez difficile. En effet, les études sur le sujet possèdent la lacune majeure d'utiliser les comportements observés ou les réflexions a posteriori d'individus comme étant des indicateurs de cognitions automatiques précédant ces comportements. Une étude menée par Helfritz et Stanford (2014) illustre bien comment ceci est problématique. Dans leur étude, les participants devaient lire des vignettes décrivant des situations sociales, puis indiquer à quel point ils percevaient ces événements comme étant de nature intentionnelle et hostile. L'équipe n'a pas réussi à démontrer une différence dans les réponses des individus, mais ils rapportent tout de même une différence dans leur langage corporel lors de la lecture des vignettes. Ces résultats sont importants, car ils suggèrent une distinction dans le traitement de l'information chez certains individus qui n'est pas discernable uniquement par la réponse donnée par les participants. Bien qu'ils soient utiles pour d'autres raisons, les paradigmes de vignettes ne permettent pas l'étude de cognitions liées au traitement de l'information au moment où celle-ci se déroule et ne permet donc pas l'étude directe du répertoire de réponses.

Toutefois, il est maintenant possible d'utiliser d'autres formes de mesures permettant d'avoir accès à des données en temps réel. Ces techniques de mesures nous permettent l'observation des processus cognitifs au même moment que ceux-ci surviennent. C'est ainsi que

l'utilisation d'un électroencéphalogramme (EEG) lors d'études faisant l'utilisation de potentiels reliés aux évènements (PRE) s'avère être un moyen efficace pour étudier ces processus. On appelle PRE, l'activité électrique du cerveau mesurée par EEG lors d'une courte fenêtre de temps à la suite de la présentation d'un stimulus externe, comme l'apparition d'une lumière ou d'une image ou d'un évènement cognitif d'intérêt, comme la compréhension d'un mot lors d'une tâche de lecture (Kutas & Federmeier, 2011). Ces derniers sont de plus en plus utilisés, et ce, avec succès, pour vérifier diverses hypothèses en rapport avec les différentes étapes du traitement de l'information. Dans leur étude, Gagnon et ses collègues (2017) ont, par exemple, réussi à démontrer que les gens agressifs attribuent plus d'intentions hostiles à des comportements ambigus que les gens non-agressifs en mesurant l'activité électrique suivant la lecture d'un mot-clé révélant l'intention derrière le comportement d'un personnage. Les participants devaient lire des scénarios sociaux en trois phrases, présentées sur un écran. La première phrase décrivait une situation hostile ou non-hostile (ex. Avant l'examen, les étudiants sont en compétition / Avant l'examen, les étudiants étudient sérieusement), alors qu'une deuxième phrase décrivait une provocation ambiguë (ex. Un ami passe près de vous et ne vous accorde pas la parole). Une dernière phrase révélait aux participants, via un mot cible, la nature de l'intention de la personne en question (ex. Il ne veut pas vous distraire). Cette cible concordait ou non avec le degré d'hostilité présenté dans la première phrase-contexte. Les participants agressifs ont présenté une plus grande N400 à la lecture de mot cible allant à l'encontre de l'attente aggressive. Cette N400 peut être comprise comme une brisure des attentes d'intention hostile de la part de participants agressifs, contrairement aux participants non-agressifs. Autrement dit, le participant agressif était plus surpris que les participants non-agressifs d'apprendre que l'intention derrière les comportements était non-hostile, ce qui est cohérent avec

la théorie. L'utilisation de la composante électrophysiologique N400 est fréquente dans les études des cognitions entourant le traitement de l'information (Wu & Coulson, 2005; Kutas & Federmeier, 2011; Milner, Rabenhorst, McCanne, Crouch, Skowronski, Fleming, & Risser, 2011; Gagnon et al., 2016; Gagnon et al., 2017). La composante N400 est une déflexion négative de l'onde cérébrale mesurable aux alentours de 400 ms suivant la présentation d'un stimulus jugé discordant avec les informations sémantiques, alors disponibles. Cette dernière se situant généralement surtout dans les régions centrale et pariétale du cerveau avec une amplitude légèrement plus prononcée dans l'hémisphère droit (Kutas & Federmeier, 2011; Luck, 2014). Ces régions sont généralement associées à l'intégration ou à l'accès d'information sémantique (Lau, Phillips & Poeppel, 2008). La N400 peut être observée lorsque l'on analyse l'activité électrique suivant la lecture d'un mot cible à la fin d'une phrase qui est incongrue avec le reste de la phrase (ex. Je suis allé au cinéma avec mes girafes). On n'observerait pas de N400 si le dernier mot de cette phrase était « amis ». L'étude de Mu et ses collègues (2015) illustre bien comment l'utilisation de la composante N400 peut être utilisée pour l'étude du répertoire de réponses. Dans leur étude, un contexte familier était d'abord présenté sur un écran aux participants (ex. : Audrey est dans le métro), puis une action brisante (ou non) les attentes culturelles leur était présenté (ex. : elle y danse). Tous les participants ont montré une brisure des attentes, mesurée par l'observation d'une N400 en centrale et pariétale après la lecture du mot cible lorsque le contexte familier ne concordait pas avec l'action présentée. Les participants d'origine chinoise, contrairement aux participants américains, montraient également une déflexion négative à 400 ms sur les sections temporales et frontales. Bien que l'étude s'attarde surtout à la démonstration de différences biologiques culturelles dans la violation des attentes, le devis fait preuve de la sensibilité que montre la N400 dans un contexte de détection de scénarios

sociaux discordants au niveau sémantique pour un individu. Ces résultats laissent croire qu'il serait possible de contourner la plus grande limite des études comportementales menées à ce sujet jusqu'à présent en ayant accès à une mesure, en temps réel, au moment où les cognitions sont en train de se produire, qui est liée au répertoire de réponses comportementales.

La tâche développée dans l'optique de ce projet de maîtrise propose donc l'utilisation de la composante N400 et d'un nouveau devis de scénario sociaux afin d'étudier la différence attendue de la composition des répertoires de réponses entre les personnes agressives et non-agressives. Les participants doivent y lire trois phrases décrivant une situation sociale problématique se terminant par une réponse comportementale hypothétique hostile ou non-hostile. Les deux premières phrases décrivent un contexte hostile (ex. Vous êtes en voyage avec une amie dont vous découvrez plusieurs défauts. Lors d'une randonnée en montagne, elle ne cesse de se plaindre) alors que la troisième phrase, qui existe en deux versions, illustre une réaction comportementale hypothétique de la part du lecteur (ex. Vous lui dites qu'elle est fatigante / Vous lui dites qu'elle est capable). Le dernier mot de cette phrase sert de mot cible et révèle la nature hostile ou non-hostile de la réponse comportementale. L'activité électrique suivant la lecture du mot cible est ensuite analysée pour chaque participant. Il est attendu que les participants agressifs présentent une N400 suivant la lecture de mots cibles non-hostiles présentés en réponse à une situation sociale problématique, reflétant ainsi une difficulté d'accès à des scripts de réponses prosociales chez ces individus. Cette N400 n'est pas attendue chez les participants non-agressifs, puisque la nature plus balancée de leurs réponses comportementales encodées en mémoire à long terme devrait faciliter l'accès à chaque type de réponse.

## **Chapitre II : Article scientifique**

### **Behavioral script repertoire of aggressive and nonaggressive participants in problematic social situation : an event related potentials study.**

Rodrigo Ahumada-Alarcon<sup>1,2,3</sup>, Jean Gagnon<sup>1,2,3</sup>

(1) Département de psychologie, Université de Montréal, Montréal, Canada

(2) Laboratoire d'électrophysiologie en neurosciences sociale (LENS), Montréal, Canada

(3) Centre de recherche interdisciplinaire en réadaptation du Montréal métropolitain (CRIR), Montréal, Canada

Corresponding author :

Rodrigo Ahumada

Email address : [rodrigo.ahumada-alarcon@umontreal.ca](mailto:rodrigo.ahumada-alarcon@umontreal.ca)

## Abstract

Behavioral script repertoires are often discussed in socio-cognitive theories as part of the multitudes of factors that modulate the use of aggressive behavior in response to problematic social situation, yet few studies explored the concept with measures capable of properly navigate the instantaneous and automatic access to such repertoires. This study bases itself on previous works using event-related potential (ERP) techniques to study aspects of social information processing of aggression. Participants' brain activity was recorded as they read somewhat hostile social scenarios involving hypothetical behavioral responses to provocations. Participants in the aggressive group showed a statistically significant larger negative shift around 400 ms in the ERP waveform following the reading of a target word describing a nonhostile reaction to a problematic social situation than of a target word describing a hostile reaction, compatible to an N400 effect. Though observed as well, this N400 effect was statistically non-significant in the nonaggressive group. This group difference could be understood as a deficiency in accessing nonaggressive behavioral responses in script repertoires for aggressive individuals. The present study showcases some of the differences between aggressive and nonaggressive people regarding the access to the script repertoire and further proves the usefulness of ERP techniques in the study of cognitive processes underlying aggression.

*Keywords : Aggression, Hostility, EEG, ERP, N400, Scripts, Script repertoire, Cognition, Information Processing*



## Introduction

Aggression in scientific psychology is commonly defined as a behavior intended to harm someone, directly or indirectly (Baron & Richardson 1994, Bushman & Anderson, 2002). Alternatively, aggressive behavior can also be defined as any behavior enacted with the objective to elevate one's status at the expense of someone else's (Fergusson & Dyck, 2012). While different types of aggressive behaviors may exist, they are generally classified with the help of two main categories (Crick & Dodge, 1994; Huesmann, 2017). Reactive aggression (also called angry, hostile or emotional aggression) refers to aggressive behavior that is executed in response to something else, usually an unpleasant event. As an example, if a person insults you and you punch them in the throat, said punch would be considered reactive aggression. Meanwhile, proactive (or instrumental) aggression refers to aggression without provocation, usually executed as mean to reach certain goals, like acquiring an object or gaining social status at the expense of somebody else (Crick & Dodge, 1994). While studies have shown different determinants or personality types behind both type of aggression, cognitive models usually do not make too much distinction between the origins of both types (Fergusson & Dyck, 2012).

Widely accepted is the notion that aggressive behavior can be predicted by a multitude of factors, each of which predict a small percentage of the chance that an aggressive behavior may be used in any given context (Fergusson & Dyck, 2012). The General Aggression Model (GAM) is an influential, comprehensive, and integrative model that allows for a complete understanding of the origins of aggression. The model plays an important part in the field, guiding much of the research while also having major influences on legislature and general opinion of aggression (Allen, Anderson & Bushman, 2018). The GAM considers biological, social, developmental, cognitive, and personal factors in their understanding of aggression. Nevertheless, according to

the model, one of the main explanations for aggression are knowledge structures, encoded in long-term memory. These structures influence many of the cognitive mechanisms described in the model (i.e. perception, interpretation, decisions, and behavior selections). Crick and Dodge's Social Information Processing model (1994) allows for a better understanding of the on-line cognitive processes linked with information processing and of the influence knowledge structures. The SIP describes information processing as a multi-steps cognitive process, ranging from encoding and stimulus interpretation to response selection and the enactment of a particular behavior (Crick & Dodge, 1994). Internal and external cues are encoded in the first step and interpreted in the second. Following this interpretation, goals are selected in accordance with state of arousal in third step. In the fourth step, individuals access their behavioral repertoires encoded in long-term memories for possible responses to social situations or construct the appropriate response from previous knowledge if no adequate response exists for novel situations. The fifth step allows for the evaluation of the accessed response. An adequate response will be selected, but if the accessed response is evaluated as inadequate to the situation, one might go back to the previous step to look for a better response. The final step is the one of behavior enactment, where the individual now acts out the selected response. The model also accounts for a database, filled with social schemas and scripts, social knowledge, and other rules about the world. Each steps of the model are linked to and may refer to this database during information processing. While the model describes well-defined successive steps, these processes should be understood as being automatic and instantaneous, which complicates the study of these processes.

The retrieval and the evaluation of social scripts encoded in long-term memory from the script repertoire is often mentioned by cognitive theories such as the SIP and the GAM. Indeed,

it is generally well accepted that people who have lived in hostile or difficult situations when growing up (e.g., difficult neighborhood, negative peers, violence in the family) are more likely to acting aggressively later in life (Crick & Dodge, 1994; Huesmann, 2017). Also seldom debated is the idea that people who already act aggressively at a young age tend to act in the same manner as adults (Labella & Hasten, 2017). According to cognitive theories, someone who has lived a great number of experiences involving aggressive behavior in their life should have a higher amount of socially aggressive script encoded in their long-term memory when compared to someone who has lived a life rather protected life, away from those type of experiences (Crick & Dodge, 1994). The content of the script repertoire being filled with those type of scripts, it is more likely that this person retrieves one of those aggressive scripts when selecting a behavior as a response to a problematic social situation. Furthermore, when using those learned responses later in life, an individual is more likely to be in a position where they face more hostile situations than they would otherwise, further be validating the use of aggressive behavior (Gilbert & Daffern, 2017). The constant use and validation of aggressive script in turn consolidate the script repertoire and could in part explain why some people are more likely to react aggressively in a given context, but this idea has proven to be quite difficult to verify.

Scientists, to explore how script repertoires may or may not vary between individuals, have used a wide array of techniques. A participant might be asked to fill in the final word of a sentence, to respond to a stimulus after reading priming words, to react rapidly to different stimuli or simply to produce a wide array of responses to a given situation (Crick & Dodge, 1994; Jouriles, Grych, Rosenfield McDonald & Dolson, 2011; Ferguson & Dyck, 2012; Gagnon, Henry, Decoste, Ouellette, McDuff, & Daelman, 2013; Gilbert & Daffern, 2017). For example, Sarnow and Callan (1985) presented children with problematic situations and directly asked

them to think of possible ways to solve the problem. As a follow up question, they proposed a few solutions of their own and asked the children to rate their efficacy (children were asked to rate on a scale from 1 to 5 if they would play with a child that acts this way). Children with negative peer status when compared with children with positive peer status not only generated fewer solutions in total, but also were more likely to generate aggressive solutions as well as rating hostile solutions favorably. These results could be interpreted as pointing toward a narrower script repertoire filled with more aggressive scripts for negative peer status children. In an another more recent study, male prisoners were asked to watch a video showing someone provoking them and to indicate the likelihood of them shouting, hitting, or swearing in response using scales ranging from 1 to 5 (Lim, Day & Casey, 2011). Violent offenders reported higher chances of reacting aggressively than non-violent offenders. Possibly indicating a difference in script repertoire between both types of offenders. The results of both studies coincide with script theory, but the script repertoire is only explored indirectly through the study of enacted behaviors, be it the production of hypothetical responses or of ratings on a scale. Indeed, the field as been heavily relying on constations that are built upon behavioral enactment to acquire information on automatic and instantaneous processes that precede the behavior happening. This results in a gap between theory and practice, as information processes are not studied with appropriate techniques.

Electroencephalographic (EEG) and event related potential (ERP) data have proven to be interesting tools for the study of hard to measure cognitive processes (Kutas & Federmeier, 2011; Luck, 2014). Such techniques allow for direct access to brain functioning without relying on behavioral input. For example, social cognitive theories posit that individuals who often act aggressively present a bias towards processing cues that are perceived as hostile when compared

to people that do not usually act in aggressive manners (Huesmann, 2017). This is called the hostile attribution bias (HAB). In their study, Gagnon and colleagues (2017) used the N400 (an ERP component) to demonstrate this difference in hostile attribution bias between a sample of participants divided in aggressive and nonaggressive groups. They developed a paradigm where participants had to read social situations that included ambiguous aversive behavior (ex. He plays his music all night) followed by a clarification of intentions (ex. He wants to irritate you). Participants that were on the aggressive group, showed a larger N400 when told that the intentions towards them was nonhostile when the social situation included hostile social cues (ex. Your neighbor is vengeful), than nonaggressive participants. The larger N400 can be interpreted as the result of the presentation of an information that incongruent with the expectations of aggressive individuals (hostile intentions from others), but not so much for nonaggressive individuals. Indeed, the N400 component is a negative deflection in brain activity that can be seen around 400 ms after target onset. It is generally attributed to a discordance between the meaning of the target stimulus and the constructed model of the situation that the individual is developing from the context surrounding it (Kutas & Federmeier, 2011; Luck, 2014).

Traditionally, the N400 as been used in simple congruency versus incongruency studies (Kutas & Federmeier, 2011), but many recent studies have shown its uses in cognitive processing research (Gagnon et al., 2016; Gagnon et al., 2017; Milner et al., 2011; Wu & Coulson, 2005). On contrary with usual methods of exploring cognition, the N400 does not require the participant to think about their answers. It is much more analogous to the instantaneous nature of the social cognitive models than other traditional types of measurement (questionnaires, interviews, vignettes). Therefore, these recent results strongly advocate for the use of EEG and ERP to further deepen our understanding of hard to measure cognitive processes.

Despite encouraging results, scientists have seldom used these techniques to explore facets of the script repertoire. Mu, Kitayama, Han and Gelfand's (2015) study is one of the rare ones to use the N400 component for script repertoire research. In their study, participants read social scenarios that included information that was sometimes incongruent with cultural expectations (i.e. Audrey is in the subway. She's dancing). Both Chinese and American participants demonstrated a violation of expectancy when reading socially incongruent information as noted by an N400 component following the reading of the target word in central and parietal regions of the brain. The study focused on the location of this effect (the N400 being noticed in lateral and frontal region also for Chinese participants), but the results are important for script theory research because they confirm the sensibility of the N400 towards the measurement of script response access. These innovative EEG and ERP techniques could allow us to appreciate the difference in the content of script repertoire more accurately and directly since they allow for analysis of cognitive processes without requiring the production of any responses by the participants. This feature of ERP techniques coincides better with the proposed automatic and instantaneous nature of social information processing model. The present study builds on the previous work researchers in the field to create an innovative script paradigm that allows for the study of scripts repertoire differences between aggressive and nonaggressive individuals.

#### *Objective of the present study*

The present study aimed to explore the brain activity associated with the theorised differences in the content of script repertoire between aggressive and nonaggressive individuals. We constructed a cognitive task based on the work of Gagnon and colleagues (2016, 2017) on hostile attribution bias. One hundred and sixty social scenarios (or situations vignettes) were

produced. Each scenario depicted a *somewhat hostile situation* followed by a sentence describing a *somewhat hostile (or ambiguous) action* being made towards the reader. At the end of the vignette, a final sentence shows a hypothetical behavioral response to the situation. This response was either hostile or nonhostile. The hostile or nonhostile nature of the response is only revealed at the very end of the sentence. We expected that aggressive participants would show a significantly higher N400 when reading nonhostile hypothetical responses (as opposed to hostile responses) to *somewhat hostile situations* when compared to nonaggressive participants. In other words, when reading a *somewhat hostile action* being posed against them, we expect aggressive participants to react to the hostility shown towards them by favoring the retrieval of social scripts that are linked with reactive aggression, as those scripts, according to theory, are present in a higher number in their long-term memory (Crick & Dodge, 1994; Huesmann, 2017). For this same reason, we also expect those participants to feel incongruence when reading a nonaggressive response at the end of the vignette, which should be evident by the N400 associated with the lecture of the target word. Because the content of the script repertoire for nonaggressive participants is theorised to be mostly compromised of prosocial behaviors when compared to aggressive participants, we expect those participants to not feel the same incongruence after their reading of the vignettes ending with nonaggressive reactions, as evidenced by a smaller N400 effect in comparison to the one observed in the aggressive participants. The responses to self-reported questionnaires should confirm the difference between both groups in term of use of aggressive behavior in everyday life as well negatively correlate with the expected N400 effect.

## Methods

### *Participants*

An a priori power analysis was conducted with G\*Power. For a mixed-model ANOVA and a medium effect size ( $d = .25$ ), the analysis determined that the required sample size to obtain a power of .80 and an alpha of .05 was twenty-six participants. Thirty participants were recruited from (1) various undergraduate programs through video presentation during classes or on students' classes' online pages, (2) in the general population through advertisement on Facebook and Kijiji, and (3) a bank of participants who had previously expressed their interest to participate in psychological studies. Out of thirty participants, sixteen indicated they heard about the study through their university classes, six said they saw an ad online, five mentioned hearing about it through another person, one from a clinic they consulted, and two participants did not specify. Emails describing the present study in a few words were then sent to potential candidates, inviting them to complete an eligibility questionnaire. Participants were considered eligible if they had between eighteen to thirty-five years of age, French was their mother tongue or they considered their mastery of the language to be somewhat equivalent, they did not report having an history of neurological problems that still left them with sequels today, they did not report having a recent change in medication, they did not report having dreadlocks or an other hair style that made use of the EEG signal unreliable, and they had at least completed basic school to ensure a certain skill of French comprehension reading. Participants were also asked to complete the hostility subscale of the Brief Symptom Inventory Scale (Derogatis & Spencer, 1993). This procedure was proven to be effective in the recruitment of enough participants that differentiated significantly in their self-perceived level of hostility in their everyday life and to allow the dividing of participants in two groups, aggressive and nonaggressive participants



(Gagnon et al., 2017). Participants that were selected for the study then received a confirmation email setting an appointment at the laboratory as well as sharing with them a Google Form link allowing the completion of questionnaires. Participants were informed that the entire study would take approximately two hours to complete; they were also told that they must abstain from using alcohol or other drugs, for twenty-four hours and one week respectively, before each session. All participants received 25\$ (CAD) at the end of their participation.

## Materials and apparatus

### *Hostile Response Paradigm*

The current paradigm was inspired from the one developed by Gagnon and colleagues (2016, 2017). Our paradigm is built to assess the spontaneous accessibility of hostile versus nonhostile responses to a conflictual social situation as an innovative method to evaluate participants' behavioral repertoires as proposed by the SIP theory and other cognitive information processing theories (Crick & Dodge, 1994; Allen et al., 2018). The subjects are presented with two sentences describing a *somewhat hostile* hypothetical social interaction featuring themselves and others, which requires an action on their part in response to the situation. A third sentence then describes an action being produced by their hypothetical selves in response to the situation they just read. Each scenario exists in two versions. Both versions are identical in form apart from the very last word that reveals if the action posed by the participant is of an aggressive or nonaggressive nature. The versions where the participant acts aggressively in answer to the *somewhat hostile* situation are called *match conditions*, while the versions where participants act in nonaggressive ways are called *mis-match conditions*. In total, one hundred and sixty of these experimental scenarios were constructed using the following specific guidelines,

among others. The first phrase must present a hostile context that is not too hostile as to always justify an aggressive reaction (i.e. a person hit you in the face for no reason). This is because we do not expect anyone to be surprised when reading an answer that is hostile in reaction to such a context. The second phrase must be ambiguous in the sense that, if read by itself, this second phrase does not necessarily imply an aggressive or a nonaggressive situation. Together, the first two phrases compose a *somewhat hostile* situation. This means that we would expect most people to be aggravated by the situation, possibly reacting in an aggressive manner, but it would not be impossible for someone to choose to react in a nonaggressive way instead. Finally, the third sentence must be one that can have its valence, in terms of level of aggression, modified by only changing the very last word. The participant must know, only at the very end of the sentence, if the action posed by their hypothetical self is aggressive or nonaggressive in nature.

**Table 1. Examples of each possible type of experimental scenarios in the *Hostile Response Paradigm***

First sentence (social context)	Second sentence (ambiguous-aggressive behavior)	Third sentence (response to the behavior)	Condition
<u>Hostile</u> People in the subway seem impatient this morning	<u>Ambiguous aggressive</u> Someone close to you steps on your foot.	<u>Hostile</u> You decide to <u>push</u> them.	HCHR (Hostile context-hostile response)
<u>Hostile</u> People in the subway seem impatient this morning	<u>Ambiguous aggressive</u> Someone close to you steps on your foot.	<u>Nonhostile</u> You decide to <u>ignore</u> them.	HCNHR (Hostile context-nonhostile response)

**Note.** In the French version, the underlined words are located at the very end of the sentence.

In addition to the experimental scenarios, another eighty filter scenarios (Leuthold & al., 2012) were built as a way to mask the experimental scenarios and ensure the participants would not notice the pattern of *somewhat hostile* context followed by aggressive or nonaggressive responses to said context. These scenarios follow the same general shape of the experimental

scenarios (i.e., two context giving sentences followed by a hypothetical action sentence) but have a variety of random contexts and conclusions in regard to the degree of aggression in them.

**Table 2. Examples of masks scenarios in the *Hostile Response paradigm***

<b>First sentence</b>	<b>Second sentence</b>	<b>Third sentence</b>
Your friend only wants to talk about their new lover.	After a while, they ask you if they're boring you with all that information.	You tell them they aren't
You're a little shy getting how out the dressing room.	Your friend gives you many compliments	You start to smile
You just finished a difficult training session with your trainer.	They congratulate you and extend their hand.	You shake their hand.

The recruitment of six participants that did not participate in similar studies before allowed for the validation of the *cloze probability* (Kutas and Ferdermeier, 2011). Participants had to read a version of the scenarios that were stripped of the final word and come up with their own endings (e.g., People in the subway seem impatient this morning. Someone close to you steps on your foot. You decide to \_\_). If more than one participant managed to predict the ending of a scenario, we concluded that the word was too easy to anticipate and could cloud the measurement of the N400 component. The endings of these scenarios were changed to endings that were not anticipated by the participants. Two judges with experience in these types of studies, but who did not participate in the creation of the Hostile Response paradigm, were also called upon to validate the scenarios on valance (level of hostility of each sentences) and plausibility (likeliness that this situation could happen in everyday life). Vignettes that judge disagreed on or that were not rated properly (i.e. hostile response rated as a nonhostile response) were modified in order to achieve the desired outcome.

## *Questionnaires*

### ***Brief Symptoms Inventory (BSI)***

For this study, we used four subscales (Anxiety, Hostility, Paranoid Ideation and Interpersonal Sensibility) of the translated to french version of the BSI that we believe relate the most to different aspects of aggressivity. Together, the subscales add up to twenty questions asking participants to rate on a Likert scale, ranging from 0 (“Not at all”) to 4 (“Extremely”), how different problems have taken a space in their lives in the past two weeks (e.g. easily annoyed, temper outburst). The Hostility subscale was used during our recruitment process to ensure we were able to recruit enough *aggressive* participants (Gagnon et al. 2017). Higher scores on any of the subscales indicates a higher probability that a participant lives with this particular problem.

### ***Reactive-Proactive Aggression Questionnaire (RPAQ)***

We used the adapted French version of the RPAQ (Gagnon & Rochat, 2017) to explore the nature (reactive vs proactive) of the aggressivity of our sample. The questionnaire contains twenty-three items. It asks participants to rate, on a Likert scale ranging from 1 (“never”) to 3 (“always”) the frequency in which they might react aggressively in various ways (e.g. hit when teased, hurt others to win a game). The scales are divided in two subscales, *reactive aggression (eleven items)* and *proactive aggression (twelve items)*. The highest a participant scores, the more aggressive is a participant considered. The RPAQ showed good internal reliability ( $\alpha$  proactive aggression = 0.851 and  $\alpha$  reactive aggression = 0.847) and has proven to be adequate to use with an adult population to distinguish between levels of reactive and proactive aggression (Brugman, Cornet, Smeijers, Smeets, Oostermeijer, Buitelaar, Verkes, Lobbestael, Kogel & Jansen, 2017).

### ***Aggression Questionnaire (AQ)***

Participants also filled up the French version the AQ (Bouchard, 2007) to confirm the expected aggression usage level of participants in each group. The questionnaire includes four subscales, *physical aggression (9 items)*, *verbal aggression (5 items)*, *hostility (8 items)*, and *anger (7 items)*. Participants answered on a scale ranging from 1 (“Not at all like me”) to 5 (“Very much like me”) how much different aggressive tendencies statements corresponded to themselves (e.g. once in a while I can’t control the urge to hurt another person). A higher score in a particular subscale indicated a higher use of that type of aggressive behavior in their everyday lives. According to Buss and Perry (1992), the scale shows adequate internal consistency (Cronbach’s  $\alpha$  of each subscales between 0.72 and 0.85) and stability over time ( $\alpha$  between 0.72 and 0.80). As such, the AQ proves to be an adequate tool for the assessment of various sub facets of aggression.

### ***Alcohol Use Disorder Identification Test (AUDIT)***

The AUDIT was designed as method of early detection of potential risks of alcohol use abuse in primary health care settings (Saunders, Aasland, Babor, de la Fuente & Grant, 1993). We used this scale to control for the possible confounding variable that problematic alcohol consumption can represent when studying the use of aggressive behavior in everyday life. The questionnaire is composed of 10 questions, interrogating participants on their drinking habits (3 items), potential alcohol related problems (4 items) and potential alcohol dependence (3 items) over the last 12 months. Achieving a high score on the AUDIT indicates a higher risk of alcohol use disorder for the participant. The French version of the AUDIT was found to have high

internal consistency (Cronbach's  $\alpha = 0.87$ ), as well satisfactory high external validity when compared with hazardous alcohol consumption and the DSM-IV diagnosis of alcohol dependence (Gache, Michaud, Landry, Accietto, Arfaoui, Wenger, & Daeppen, 2005). The AUDIT consequently proves to be a useful tool to measure potential problematic consumption of alcohol, which we think could influence the use of aggressive behavior in everyday life.

### *Procedure*

Participants had to complete every questionnaire online before coming to their appointment. Once the participant arrived, they were briefly explained how EEG reads brain activity and their task for the day. Each participant was placed in one of two lists before starting the task. Both lists were composed of 40 different experimental scenarios from each condition (hostile and nonhostile endings) as well as the same 80 filter scenarios. Once the equipment was installed, participants were explained that they were about to read different social scenarios that would include themselves and others. They were instructed to read the first two sentences presented in front of them, to think about what they would do in that situation and to press the space bar to read the last sentence. They were then told to make sure their eyes and body didn't move during the reading of the last sentence, until the next scenario appeared on the screen. Participants were also asked to stay in a comfortable and relaxed position on their chair. Each participant was placed at 70 cm of the screen in a well-lit faraday caged room. After doing four practice trials with the experimenter's help, participants had to complete ten blocks of trials composed of sixteen scenarios each, eight filter scenarios and eight experimental scenarios, chosen at random. Each block started with a break that would last for as long as the participants wished. A participant was not able to press the spacebar until after at least 1 500 ms had passed when reading the first two sentences. Those sentences were followed by a 500 ms blank screen,

which was in turn followed by a fixation cross at the center of the screen for 1000 ms. The third sentence then appeared word by word at the center of the screen. Each word lasted for 300 ms and were divided by a 200 ms blank screen. The last word of the third phrase was followed by a fixation cross lasting 2000 ms, which preceded the presentation of the first two sentences of the next scenario.

### *EEG Recording*

The EEG data was recorded using 64 active Ag/AgCl electrodes (BioSemi ActiveTwo System) mounted on an elastic cap and referenced to the average of the left and right mastoids. Electrodes were placed according to the International 10-10 System (Sharbrough, Chatrian, Lesser, Lüders, Nuwer, & Picton, 1991). To capture eye movements, voltage differences, recorded by HEOG electrodes placed lateral to the external canthi, were used. To record eye blinks, a VEOG placed under the left eye, paired with the Fp1 electrode placed on the top of the same eye, was also used. Both the EEG and EOG were digitized at 512 Hz, while a 100 Hz Low-Pass and a 0.1 Hz High-Pass were used during live recording of the data. During off-line analyses, continuous signals were high pass filtered at 0.01 Hz and low pass filtered at 30 Hz. The EEG was epoched from -200 ms to +1000 ms and baseline corrected using the mean from -200 to 0 ms before the target stimuli. An Independent component analysis (ICA) was used to correct trials with too many artifacts (Drisdelle, Aubin & Jolicoeur, 2017). Trials with eye blinks (VEOG > 50  $\mu$ V within a time window of 150 ms) or horizontal eyes movements (HEOG > 35  $\mu$ V within a time window of 300 ms) were excluded from analysis. Data exceeding the range of -100 or 100  $\mu$ V were considered as bad data. If seven or fewer channel were considered bad data, the channels were interpolated from neighboring channels. If more than seven channels were flagged this way, the epoch was rejected entirely. Rejected trials for the aggressive group reached no

higher than 13.13% ( $M = 3.13\%$ ) while stopping at 1.03% ( $M = 0.36\%$ ) for the nonaggressive group.

### *Analysis*

EEG signal was averaged for each electrode in both conditions (hostile-match, hostile-mismatch) and time-locked at the target word onset. Following a visual inspection of the scalp activity, a negative deflection on most of the backend of the scalp was revealed in a time window ranging from 400 to 650 ms on the hostile-mismatch condition. This is coherent with the anticipated N400 effect following the reading of the non congruent target stimulus (Kustas & Federmeier, 2011). For further analysis, electrodes were then separated into groups depending on their location (by hemisphere and anterior, posterior, median location) on the scalps to facilitate inter regions analysis. The regions were divided as followed : anterior-left (AF3, AF7, F1, F3, F5, F7, FT7, FC1, FC3, FC5), median-left (TP7, T7, C1, C3, C5, CP1, CP3, CP5), posterior-left (P1, P3, P5, P7, PO3, PO7, O1), anterior right, median-right and posterior-right. Electrodes for the right hemisphere regions are homologues to the left hemisphere. Midline electrodes were also separated in similar fashion (anterior: AFz and Fz, median : Cz, posterior : Pz and POz). Lateral and midline electrodes were analysed separately. A repeated measure ANOVA with the lateral electrodes was first conducted with variables condition (hostile, nonhostile ending), hemisphere (left and right), location (anterior, posterior, and median), and groups (aggressive, nonaggressive). A second repeated measure ANOVA was then conducted with the variable's condition, location, and groups for the midline electrodes. Interaction effects were decomposed using subsequent ANOVA for each location using the variables condition and groups. Standard deviation tests as well as correlations were also performed between the various questionnaires to compare aggressivity's different facets and its distribution between our experimental groups.



## Results

Participants who scored above the 65 standard T-score in the adult non-patients' sample of the BSI were placed in the aggressive group (Gagnon et al., 2017). In total, thirty participants were recruited, fourteen of which allocated to the aggressive group ( $F = 10$ ,  $M = 24.21$  years of age). Due to malfunction of the EEG recording for one participant, fifteen participants composed the nonaggressive group ( $F = 8$ ,  $M = 21.94$  years of age).

Independent-sample *t*-test confirmed the differences in aggressivity between both groups. As reported in table 3, aggressive groups scored significantly higher on most reported measure, with the exception of the AQ verbal aggression subscale, the RPAQ proactive aggression subscale and the AUDIT. These results confirm the expected statistically significantly higher level of general aggressivity in the aggressive group when compared to the nonaggressive group, validating by the same occasion the use of the BSI hostility scale for the recruitment of participants in these types of studies. The lack of difference in reactive aggression is not too surprising, considering the different underlying causes behind this type of aggression. The lack of difference in terms of verbal aggression could be a little more surprising but can still be explained by the fact that it represents a lesser explicit form of aggression that might be used more frequently by nonaggressive individuals when facing problematic social situations. The AUDIT scores indicates that our participants do not differentiate in the use of alcohol, which can be a confounding variable behind the apparition of aggressive behavior. Finally, our participants scoring significantly higher in various subscales of the BSI reflects the various causes underlying the use of aggressive behavior, often talked about in models of aggression (Fergusson & Dyck, 2012; Allen and al. 2018).

***Table 3. Mean differences in self-reported measures between aggressive and nonaggressive participants***

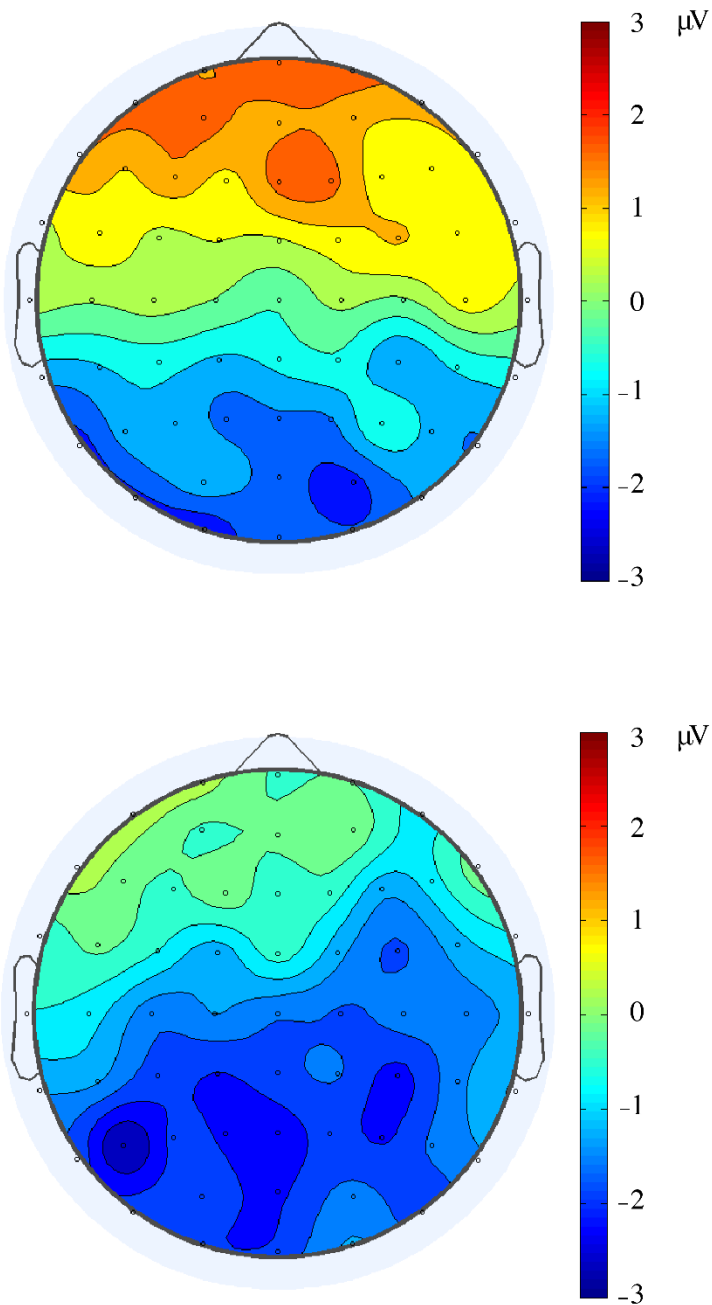
Self reported measures	Aggressive group	Nonaggressive group	Independent <i>t</i> -test results (significant results in bold)
Aggression questionnaire (AQ)	<i>M</i> = 80,29; <i>SD</i> = 15,36	<i>M</i> = 65,75; <i>SD</i> = 11,74	<i>t</i> (30) = -2.88, <b><i>P</i> = 0,008</b>
AQ Physical aggression	<i>M</i> = 21.43; <i>SD</i> = 15,36	<i>M</i> = 17,25; <i>SD</i> = 4,99	<i>t</i> (30) = -2,08, <b><i>P</i> = 0,048</b>
AQ Verbal aggression	<i>M</i> = 15.79; <i>SD</i> = 3.31	<i>M</i> = 15.06; <i>SD</i> = 3.23	<i>t</i> (30) = -0,60, <i>P</i> = 0.551
AQ Anger	<i>M</i> = 15.79; <i>SD</i> = 3.31	<i>M</i> = 15.79; <i>SD</i> = 3.31	<i>t</i> (30) = -3,10, <b><i>P</i> = 0,005</b>
AQ Hostility	<i>M</i> = 15.79; <i>SD</i> = 3.31	<i>M</i> = 15.79; <i>SD</i> = 3.31	<i>t</i> (30) = -1,85, <b><i>P</i> = 0,076</b>
RPAQ reactive aggression subscale	<i>M</i> = 80.86; <i>SD</i> = 2.93	<i>M</i> = 6.38; <i>SD</i> = 3.59	<i>t</i> (30) = -2.08, <b><i>P</i> = 0,047</b>
RPAQ proactive aggression subscale	<i>M</i> = 2.36; <i>SD</i> = 1.86	<i>M</i> = 1.69, <i>SD</i> = 1.78	<i>t</i> (30) = -1.00, <i>P</i> = 0.325
BSI Anxiety	<i>M</i> = 1.43; <i>SD</i> = 1.11	<i>M</i> = 0.68; <i>SD</i> = 0.09	<i>t</i> (30) = -2.37, <b><i>P</i> = 0,031</b>
BSI Interpersonal Sensitivity	<i>M</i> = 1.48; <i>SD</i> = 0.34	<i>M</i> = 0.68; <i>SD</i> = 0.09	<i>t</i> (30) = -2.88, <b><i>P</i> = 0,010</b>
BSI Paranoid Ideation	<i>M</i> = 1.24; <i>SD</i> = 1.02,	<i>M</i> = 0.36; <i>SD</i> = 0.33	<i>t</i> (30) = -3.09, <b><i>P</i> = 0,007</b>
AUDIT	<i>M</i> = 5.64; <i>SD</i> = 5.38	<i>M</i> = 5.38; <i>SD</i> = 3.57	<i>t</i> (30) = -0.16, <i>P</i> = 0.876

Topographic voltage maps are displayed in Figure 1 and show the difference in mean amplitude across the scalp between 400 and 650 ms, following the reading of the target word. The mean ERP waveforms of both groups in each condition after the onset of the target words are presented in Figure 2. Lastly, Figure 3 displays the ERP waveform for the mismatch minus match conditions in the aggressive and the nonaggressive groups. A visual inspection of the ERP waveforms (Figure 2) suggests a possible difference in the N400 amplitude for the nonhostile reaction condition in the aggressive group, in central and parietal regions. A visual inspection of Figure 3 suggests a similar observation. Also visually discernable, is the possibility of positivity effect at the start of the waveform for nonaggressive participants. Since this particular study solely expected the apparition of an N400 and no manipulations took into account a possible P1-like component, our analysis only focused the observable and anticipated negative deflection at around 400 ms post onset.

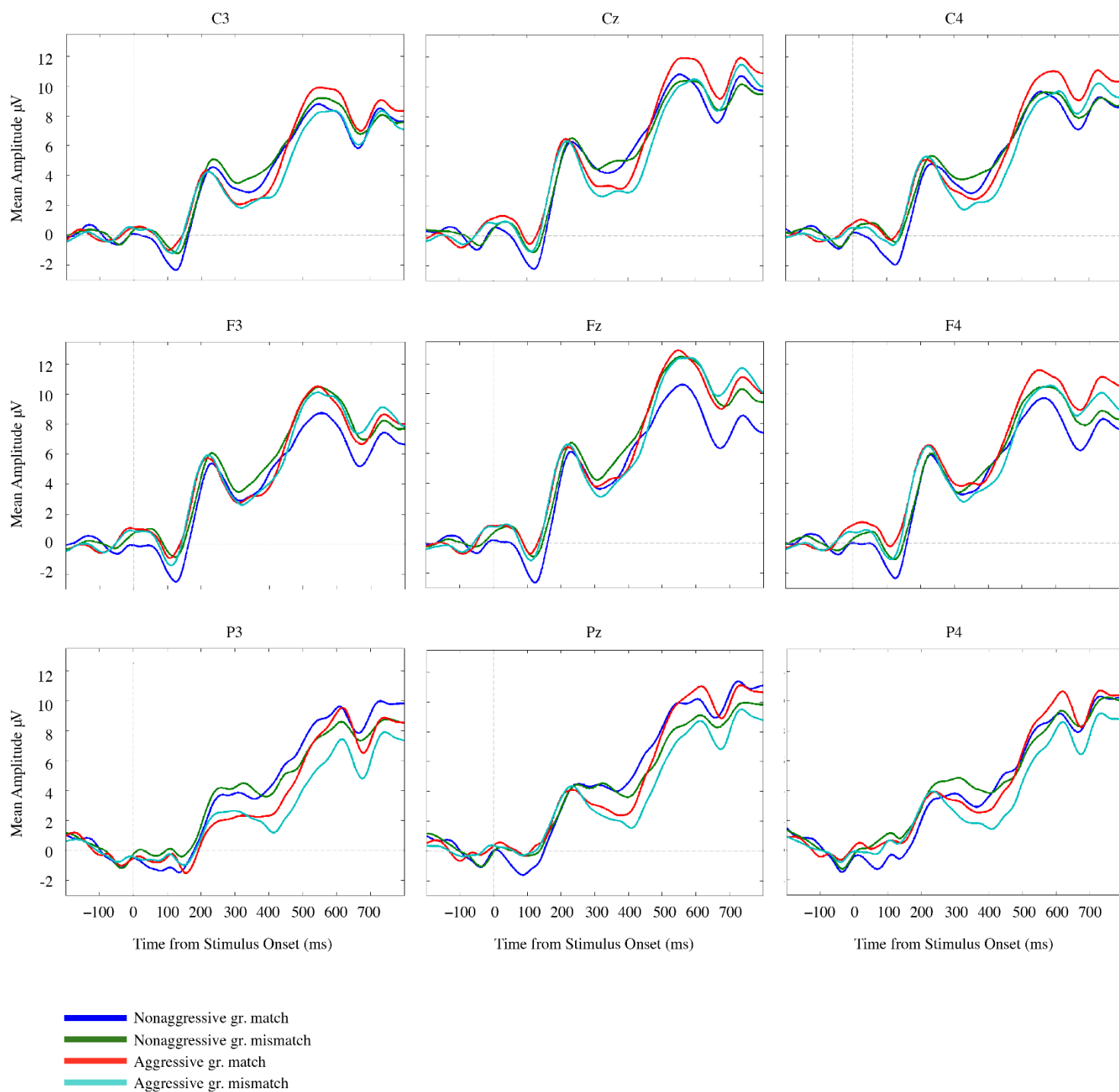
The first ANOVA conducted on the lateral electrodes revealed a significant main effect on the condition factor (match vs mismatch),  $F(1, 29) = 5.833, P = 0.023$ . that the measured potential is significantly different when reading a nonhostile (rather than a hostile) target word after reading the vignette presenting a problematic social situation. There was also a marginally significant interaction between the condition and the group factor,  $F(1, 30) = 3.895, P = 0.059$ , indicating that this condition effect somewhat differs in both groups. A significant relation was also shown between the regions and condition factors,  $F(2, 30) = 19.963, P = 0.000$ , which suggests that the difference in potential is different depending on location. The second ANOVA on the midline electrodes showed similar results. Mains effects for the condition factor,  $F(1, 30) = 5.221, P = 0.030$ , a significant interaction between condition and regions,  $F(1, 30) = 23.021, P = 0.000$ , and a marginally significant interaction between groups and conditions,  $F(1, 30) = 3.394, P = 0.076$ , support the idea of a possible N400 effect occurring in one of the groups in particular locations. In subsequent post-hoc analysis, paired sample t-tests revealed that lateral voltages in the mis-match condition, between 400 and 650 ms after the reading of the target word, were significantly more negative when compared to the match condition for the aggressive group,  $t(14) = 2.85, P = 0.014$ , but not for the nonaggressive group,  $t(15) = 0.343, P = 0.737$ . Midline electrodes' analysis revealed similar results for the aggressive,  $t(14) = -2.882, P = 0.13$ , and nonaggressive groups,  $t(15) = -0.317, P = 0.756$ . The results of our analysis suggest the presence of a marginally significant N400 component following the reading of non- hostile target words (as opposed to hostile target words) at the end of a problematic social vignette for the aggressive group but not the nonaggressive group. Additional paired sample *t*-test analysis revealed a significant difference in voltage between conditions in the parietal left,  $t(29) = 5.56, P = 0.000$  , midline, result and right,  $t(29) = 4.48, P = 0.000$ , regions as well as the central left,  $t$

(29) = 2.70,  $P = 0.012$ , midline,  $t(29) = 2.82$ ,  $P = 0.009$ , and right,  $t(29) = 2.67$ ,  $P = 0.012$ , regions of the brain. These differences were not observed in the frontal region, indicating that the N400 component would be located in parietal and central regions, which is coherent with past results.

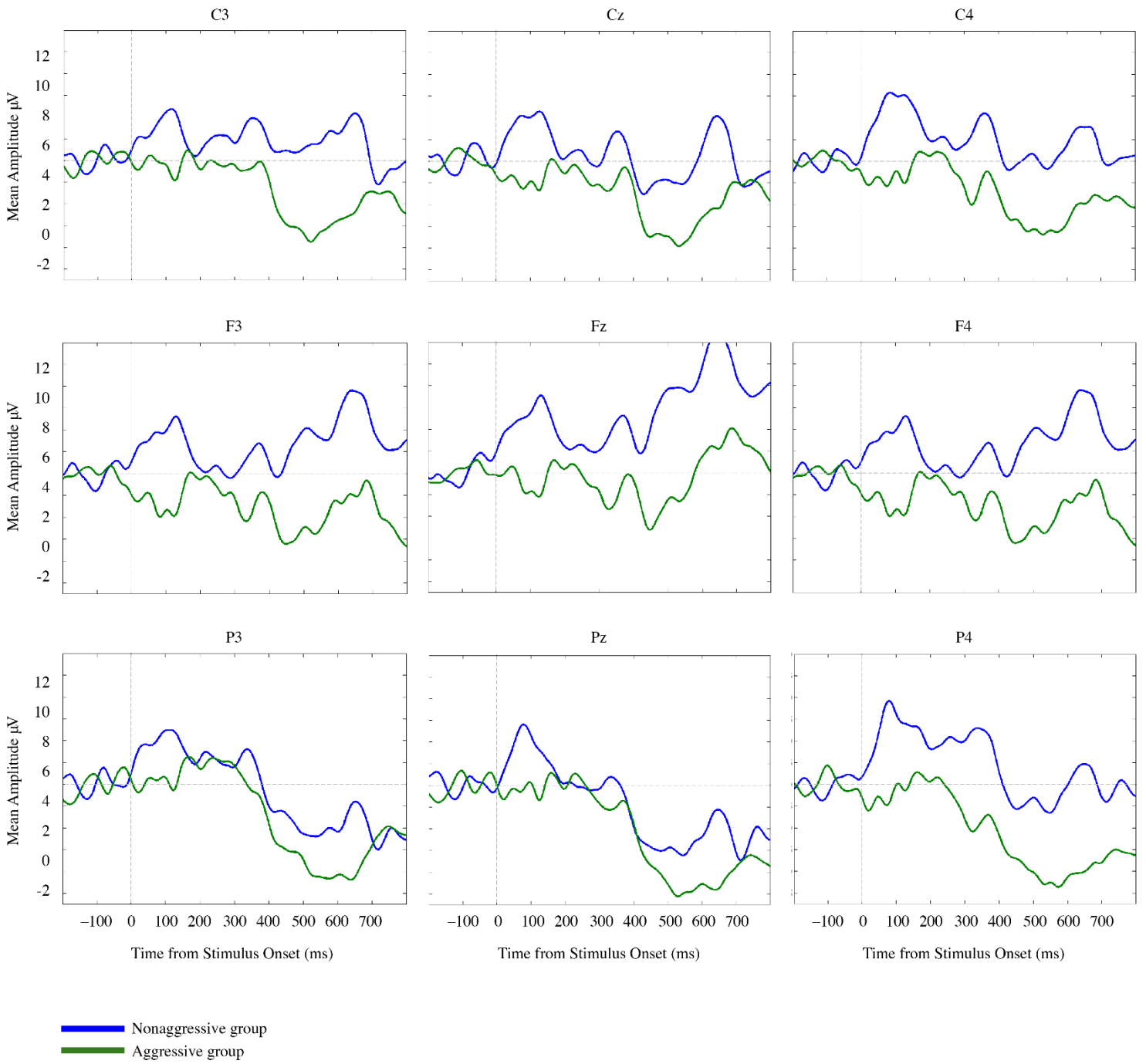
Correlation analysis were conducted with the idea that EEG data should be linked with data retrieved by self-reported questionnaires. As such, correlation analysis between the measured N400 effect in every location (left, midline, and right) of central and parietal regions and all self-reported measures of aggression were conducted. No significant correlations were discovered between the voltages in any of the brain regions with any of the self-reported measures. These results indicated that the N400 measure may not be used an equivalent measure to self-reported questionnaires. Indeed, the N400 component is useful in assessing the difference in response access, but the effect on the individual of this difference by itself is most likely not enough to predict behavioral output.



**Figure 1.** Topographic map of ERP mean differences (mismatch – match) from 400 to 650 ms following the presentation or the target word for nonaggressive (left) and aggressive (right) participants.



**Figure 2. Recorded grand average ERPs in match and mismatch condition for aggressive and nonaggressive participants of nine locations on the scalp.**



**Figure 3. Mean ERP difference waveforms (mismatch – match) for the aggressive and nonaggressive groups.**

## Discussion

Over the years, researchers have proposed various models explaining the more frequent use of aggressive behavior by certain individuals. Cognitive theories have often described a behavior guiding, social scripts repertoire, encoded in long-term memory. While behavioral scripts take an important part in the field, few studies have succeeded in measuring the repertoire or the access to scripts directly. Traditionally, research in the field has heavily relied on the observation of behavior to indirectly study the script repertoire. In recent years, studies have revealed the promising potential of EGG techniques for the study of hard to measure, automatic and instantaneous cognitive processes related to aggression (Gagnon et al., 2016; Gagnon et al., 2017). In our study, we attempted to verify the long-standing idea that aggressive people have stored more aggressive (as opposed to nonaggressive) behavior scripts in their long-term memory than nonaggressive individuals. This difference in script repertoire should also translate to an increase likelihood of an aggressive script to be retrieved when facing any given situation. This would explain the tendency of some individuals to use aggressive behavior more often in response to problematic social situations (Crick & Dodge, 1994, Anderson & Bushman, 2002; Huesmann, 2017).

Participants were divided into an aggressive and a nonaggressive group according to their scores on the BSI hostility subscale. Self-reported measure confirmed the difference between both groups in terms of the use of aggressive behavior in everyday life as well as controlling for the confounding variables of alcohol consumption. They were then tasked with reading vignettes featuring hypothetical behavioral responses from themselves to various problematic social situations. Because aggressive participants are theorised as having script repertoires filled with easily accessible aggressive responses, we expected those participants to feel an incongruence



when reading nonhostile responses. In terms of brain activity, we expected to find a N400 component following the reading of nonhostile target words but not following the reading hostile target words, since those would be coherent with aggressive participants' expectations. Conversely, nonaggressive participants are theorised to have a larger amount of pro-social scripts encoded in long-term memory. Therefore, we expected those participants to feel less incongruency when reading nonhostile responses, as those responses should be easily accessible for them. This ease of access should be confirmed by the presence of a lesser N400 effect for this group when reading nonhostile target words.

Our analysis of the EEG data supports these hypotheses to a certain extent. When presented with somewhat hostile social scenario ending with a nonaggressive reaction, aggressive participants presented a marginally significant larger N400 like component than their nonaggressive counterparts. Coherent with past results, this negative deflection can be found in central and parietal regions of the brain, (Gagnon et al., 2016; Gagnon et al., 2017; Mu et al., 2015). Our results support the idea that the access to nonhostile reactions when confronted with a problematic social situation would be more difficult for aggressive than for nonaggressive individuals. As such, they fit cognitive theories in which aggressive individuals are described as having a script repertoire composed of a larger proportion of aggressive behavioral scripts when compared to less aggressive pairs (Crick & Dodge, 1994; Huesmann, 2017; Allen et al., 2018). This complexion of the script repertoire would lead aggressive individuals to retrieve aggressive scripts more often than others when presented with a problematic social situation. When reading the scenarios and imagining themselves responding to problematic situations, the chances for an aggressive participant to retrieve an aggressive script should therefore be higher. This, in turn, should make it harder for them to process the nonaggressive behavioral responses presented on

the screen. On the other hand, nonaggressive participants presented a smaller, non-statistically significant, N400 like component after the reading of nonhostile behavioral responses. This could be explained by the expected ease for nonaggressive participants to retrieve prosocial scripts, even when confronted with hostile situations. Theories suggest that nonaggressive participants learned more alternative prosocial scripts when growing up (Crick & Dodge, 1994; Dodge, 2006). As a result, it might be that nonaggressive people retrieved nonaggressive responses more often and were therefore not surprised by the presence of a nonhostile target word. Another possibility being that when an aggressive response was retrieved, the large number of prosocial behavioral scripts encoded in memory allowed these participants to process unexpected nonhostile responses more easily. Research suggest that most people have a surge of aggressive behavior that peaks during childhood and that with age, people learn different, more acceptable methods of problem solving (Bandura, 1978; Lacourse et al., 2014; Lansford, 2017). As such, one would expect everyone to have some amount of aggressive behavioral scripts encoded in long-term memory, but prosocial scripts would depend on someone's life history. Perhaps non=aggressive participants simply have a more balanced script repertoire, which could explain why aggressive responses do not seem to surprise them when the context in which they are presented is hostile. It could be that nonaggressive people, while they tend do act less aggressively in everyday day life, still have those aggressive scripts encoded in long term memory and readily available, making them easily retrievable when the context is right.

The analysis of EEG data also reveals an unexpected P1-like component following the reading of target words for the nonaggressive group but not for the aggressive group. According to the figures, this positivity seems to coincide with the reading of nonhostile target words by nonaggressive participants. Since it is quite difficult to assess this positivity, as it was not

considered during the creation of this experiment, any following discussion on the component is purely speculative. Other studies being needed to properly investigate the cognitive underlying of this P1-like component. The P1 component has been linked with validation of correct cues (Mangun & Hilyard, 1995) and the early apparition of the component could reflect some sort attentional mechanism (Luck, 2014) that differ between aggressive and nonaggressive individuals. Much as they might do in real life, it is possible that when nonaggressive participants recognised the social situation as being problematic, they spontaneously started looking for a peaceful resolution. As such, nonaggressive participants were expecting a positive target word and evaluated the presented nonhostile ending of the vignette as being the correct, expected ending. Interestingly, a lower P1 component in impulsive aggressive people as been reported before, but it was in response to light stimuli (Houston & Stanford, 2001). In this case, the lack of P1 in the aggressive group was understood as a possible indication of lack of efficiency in stimuli processing. Perhaps the P1-like component in our study is the product of more efficient processing of nonhostile target words for nonaggressive individuals while aggressive participants would have a harder time processing these incongruent, in regard to the context, target words. Nevertheless, this unexpected positivity remains hard to explain without proper experiments centered on the activity and would require new studies to evaluate properly.

Lastly, our data analysis revealed no significant correlations between any of the self-reported measures and the measured potentials of any of the central and parietal regions. This can be explained by the fact that these two measures are vastly different in nature. Just as self-reported questionnaire might give adequate information about someone's behavior but not about the underlying cognitive processes, the N400 can be a useful tool to explore cognition without providing much information about habits of overt behavior. Indeed, in their efforts of explaining

aggression, cognitive models usually consider a vast repertoire of possible causes. Response access should only be a small fraction of why an individual decides to act aggressively or not in any given situation. As such, the amount of observed aggressive behaviors might correlated better to a regrouping of multitude of underlying possible causes behind the use of aggression. Considering that the entirety of cognitive processes should only account for a fraction of the chances that any given behavior occurs (Fergusson & Dyck, 2011), it is not surprising that a very specific facet of cognition does not clearly correlate, by its own, to the observation of overt behavior.

## Conclusion

In conclusion, aggressive participants' scalps elicited a marginally significant larger N400 component when reading somewhat hostile social scenarios that ended with the use of nonaggressive behavioral responses, than nonaggressive participants. This can be interpreted as participants having a harder time accessing nonaggressive responses when confronted with hostile situations. There is no significant difference in amplitude between each condition for nonaggressive participants, implying that nonaggressive participants do not have a particular harder time to access any type of responses. Our study is the first, to our knowledge, to have directly assessed and empirically demonstrated a difference in scripts repertoire access between aggressive and nonaggressive individuals. We also believe this study shows the value of EEG techniques in lieu of traditional self-reported questionnaires or other techniques that require the production of an overt behavior from participants. Further studies using these methods could be key in deepening our knowledge of these hard to access cognitive structures.

## References

- Allen, Johnie J., Craig A. Anderson, and Brad J. Bushman. "The general aggression model." *Current opinion in psychology* 19 (2018): 75-80. doi.org/10.1016/j.copsyc.2017.03.034
- Anderson, C. A., & Bushman, B. J. (2002). Human aggression. *Annual review of psychology*, 53. doi.org/10.1146/annurev.psych.53.100901.135231
- Anderson, C. A., & Bushman, B. J. (2002). Media violence and the American public revisited. doi.org/10.1037/0003-066X.57.6-7.448
- Asarnow, J. R., & Callan, J. W. (1985). Boys with peer adjustment problems: Social cognitive processes. *Journal of consulting and clinical psychology*, 53(1), 80. doi.org/10.1037/0022-006X.53.1.80
- Bandura, A. (1978). Social learning theory of aggression. *Journal of communication*, 28(3), 12-29. doi.org/10.1111/j.1460-2466.1978.tb01621.x
- Bouchard, J. (2007). Validation de la version française du Aggression Questionnaire auprès de deux échantillons: étudiants universitaires (étude 1) et adultes non-recrutés en milieu universitaire (étude 2). Université du Québec à Chicoutimi.
- Buss, A. H., & Perry, M. (1992). The aggression questionnaire. *Journal of personality and social psychology*, 63(3), 452. doi.org/10.1037/0022-3514.63.3.452
- Brugman, S., Cornet, L. J., Smeijers, D., Smeets, K., Oostermeijer, S., Buitelaar, J. K., ... & Jansen, L. M. (2017). Examining the reactive proactive questionnaire in adults in forensic and non-forensic settings: A variable-and person-based approach. *Aggressive Behavior*, 43(2), 155-162. doi.org/10.1002/ab.21671
- Cohen, J. (1990). Things I have learned (so far). *American Psychologist*, 45, 1304-1312. doi.org/10.1037/10109-028
- Crick, N. R. et Dodge, K. A. (1994). A Review and Reformulation of Social Information Processing Mechanisms in Children's Social Adjustment. *Psychological Bulletin*, 115(1), 74-101. doi.org/10.1037/0033-2909.115.1.74
- Dodge, K. A. (2006). Translational science in action: Hostile attributional style and the development of aggressive behavior problems. *Development and Psychopathology*, 18(3), 791-814. doi:http://dx.doi.org/10.1017/S0954579406060391
- Derogatis, L. R., & Spencer, P. M. (1993). *Brief symptom inventory: BSI*. Upper Saddle River, NJ: Pearson.
- Drisdelle, B. L., Aubin, S., & Jolicoeur, P. (2017). Dealing with ocular artifacts on lateralized ERPs in studies of visual-spatial attention and memory: ICA correction versus epoch rejection. *Psychophysiology*, 54(1), 83-99. doi.org/10.1111/psyp.12675

- Ferguson, C. J., & Dyck, D. (2012). Paradigm change in aggression research: The time has come to retire the General Aggression Model. *Aggression and Violent Behavior, 17*(3), 220-228. doi.org/10.1016/j.avb.2012.02.007
- Gache, P., Michaud, P., Landry, U., Accietto, C., Arfaoui, S., Wenger, O., & Daeppe, J. B. (2005). The Alcohol Use Disorders Identification Test (AUDIT) as a screening tool for excessive drinking in primary care: reliability and validity of a French version. *Alcoholism: Clinical and experimental research, 29*(11), 2001-2007. doi.org/10.1097/01.alc.0000187034.58955.64
- Gagnon, J., Henry, A., Decoste, F. P., Ouellette, M., McDuff, P., & Daelman, S. (2013). Response to hypothetical social scenarios in individuals with traumatic brain injury who present inappropriate social behavior: A preliminary report. *Behavioral Sciences, 3*(1), 72-98. doi.org/10.3390/bs3010072
- Gagnon, J., Aubin, M., Emond, F. C., Derguy, S., Bessette, M., Jolicoeur, P. (2016). Neural mechanisms underlying attribution of hostile intention in nonaggressive individuals: An ERP study. *International Journal of Psychophysiology, 110*, 153-162. 20. doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2016.08.007
- Gagnon, J., & Rochat, L. (2017). Relationships between hostile attribution bias, negative urgency, and reactive aggression. *Journal of Individual Differences. doi.org/10.1027/1614-0001/a000238*
- Gagnon, J., Aubin, M., Emond, F. C., Derguy, S., Brochu, A. F., Bessette, M., et Jolicoeur, P. (2017). An ERP Study on Hostile Attribution Bias in Aggressive and Nonaggressive Individuals. *Aggressive Behavior, 43*, 217-229. doi.org/10.1002/ab.21676
- Gilbert, F., & Daffern, M. (2017). Aggressive scripts, violent fantasy and violent behavior: A conceptual clarification and review. *Aggression and violent behavior, 36*, 98-107. doi.org/10.1016/j.avb.2017.05.001
- Gilbert, F., Daffern, M., & Anderson, C. A. (2017). The General Aggression Model and its application to violent offender assessment and treatment. *The wiley handbook of violence and aggression, 1-13. doi.org/10.1002/9781119057574.whbva037*
- Helfritz-Sinville, L. E., & Stanford, M. S. (2014). Hostile attribution bias in impulsive and premeditated aggression. *Personality and individual differences, 56*, 45-50. doi.org/10.1016/j.paid.2013.08.017
- Houston, R. J., & Stanford, M. S. (2001). Mid-latency evoked potentials in self-reported impulsive aggression. *International Journal of Psychophysiology, 40*(1), 1-15. doi.org/10.1016/S0167-8760(00)00120-3
- Huesmann, L. R. (2017). An Integrative Theoretical Understanding of Aggression. Dans Bushman, B. J. (Ed.), *Aggression and Violence: A Social Psychological Perspective* (pp. 3-21). New York, NY: Routledge. doi.org/10.1016/j.copsyc.2017.04.015
- Kutas, M., & Federmeier, K. D. (2011). Thirty years and counting: finding meaning in the N400 component of the event-related brain potential (ERP). *Annual review of psychology, 62*,

information in prototypical scenarios: inferences from brain potentials. *Social cognitive and affective neuroscience*, 7(4), 457-466. 621-647. doi.org/10.1146/annurev.psych.093008.131123

Labella, M. H., & Masten, A. S. (2018). Family influences on the development of aggression and violence. *Current opinion in psychology*, 19, 11-16. doi.org/10.1016/j.copsyc.2017.03.028

Lacourse, E., Boivin, M., Brendgen, M., Petitclerc, A., Girard, A., Vitaro, F., ... & Tremblay, R. E. (2014). A longitudinal twin study of physical aggression during early childhood: evidence for a developmentally dynamic genome. *Psychological medicine*, 44(12), 2617-2627. doi.org/10.1017/S0033291713003218

Lansford, J. E. (2017). Development of aggression in males and females. Dans Bushman, B. J. (Ed.), *Aggression and Violence: A Social Psychological Perspective* (pp. 61-73). New York, NY: Routledge.

Leuthold, H., Filik, R., Murphy, K., & Mackenzie, I. G. (2012). The on-line processing of socio-emotional information in prototypical scenarios: inferences from brain potentials. *Social cognitive and affective neuroscience*, 7(4), 457-466. doi.org/10.1093/scan/nsr029

Lim, L., Day, A., & Casey, S. (2011). Social cognitive processing in violent male offenders. *Psychiatry, Psychology and Law*, 18(2), 177-189. doi.org/10.1080/13218711003739490

Luck, S. J. (2014). *An introduction to the event-related potential technique*. MIT press.

Mangun, G. R. (1995). Neural mechanisms of visual selective attention. *Psychophysiology*, 32(1), 4-18. doi.org/10.1111/j.1469-8986.1995.tb03400.x

Milner, J. S., Rabenhorst, M. M., McCanne, T. R., Crouch, J. L., Skowronski, J. J., Fleming, M. T., ... & Risser, H. J. (2011). Event-related potentials: Search for positive and negative child-related schemata in individuals at low and high risk for child physical abuse. *Child abuse & neglect*, 35(4), 249-266. doi.org/10.1016/j.chiabu.2011.01.002

Mu, Y., Kitayama, S., Han, S., & Gelfand, M. J. (2015). How culture gets embrained: Cultural differences in event-related potentials of social norm violations. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 112(50), 15348-15353. doi.org/10.1073/pnas.1509839112

Saunders, J. B., Aasland, O. G., Babor, T. F., De la Fuente, J. R., & Grant, M. (1993). Development of the alcohol use disorders identification test (AUDIT): WHO collaborative project on early detection of persons with harmful alcohol consumption-II. *Addiction*, 88(6), 791-804. doi.org/10.1111/j.1360-0443.1993.tb02093.x

Sharbrough, F., Chatrian, G.-E., Lesser, R. P., Lüders, H., Nuwer, M., & Picton, T. W. (1991). American Electroencephalographic Society Guidelines for Standard Electrode Position Nomenclature. *Journal of clinical Neurophysiology*, 8(2), 200-202.

Wu, Y. C., et Coulson, S. (2005). Meaningful gestures: Electrophysiological indices of iconic gesture comprehension. *Psychophysiology*, 42, 654-667. doi.org/10.1111/j.1469-8986.2005.00356.x

## Chapitre III : Conclusion générale

Le répertoire de réponses est une structure cognitive importante souvent mentionnée par les théories tentant d'expliquer l'apparition de comportements agressifs plus fréquente chez certaines personnes (Crick & Dodge, 1994; Anderson & Bushman, 2002; Huesmann, 2017). Les études traditionnelles sur le sujet font cependant majoritairement l'utilisation de techniques ne permettant que d'étudier le répertoire de façon indirecte. L'utilisation d'EEG et de PRE a prouvé être un moyen efficace d'étudier les cognitions en temps réel (Kutas & Ferdermeier, 2011; Luck, 2014). Certains résultats portent à croire que les scripts encodés en mémoire à long terme dans le répertoire de réponses pourraient également être étudiés de la même façon (Mu & al., 2015).

Le premier objectif de notre étude était la création d'un nouveau paradigme de réponses comportementales basé sur le travail de Gagnon et ses collègues (2016, 2017). Pour ce faire, nous avons créé 160 scénarios sociaux expérimentaux mettant en scène nos participants dans diverses interactions sociales hostiles se terminant par une réponse comportementale hypothétique de la part du participant. Ces scénarios étaient composés de trois phrases. Une première phrase décrivant une situation quelque peu hostile, suivi d'une seconde phrase décrivant une action de nature ambiguë, posée à l'endroit du participant. Finalement, une troisième phrase décrit une réponse comportementale hypothétique, hostile ou non-hostile, de la part du participant, en réponse à la situation décrite précédemment. Le mot à la toute fin de cette phrase dévoile la nature hostile ou non-hostile de la réponse comportementale hypothétique. Ces scénarios ont été sujets à deux activités de validation. La première activité a permis d'établir qu'il n'y aurait pas de problème dû à la *cloze probability* (Kutas & Ferdermeier, 2011). C'est-à-dire que les terminaisons de chaque phrase ne devaient pas être trop faciles à deviner, car cela



pourrait influencer la mesure électrophysiologique. La deuxième activité a quant à elle permis de valider la valence de chacune des phrases et la plausibilité que chaque scénario puisse se produire dans la vie de tous les jours. En plus des scénarios expérimentaux, nous avons créé 80 scénarios fictifs supplémentaires. Ces scénarios avaient la même forme que les autres, mais la valence de chacune des phrases variait grandement afin de s'assurer que les participants ne puissent déceler la forme répétitive des scénarios expérimentaux (contexte hostile suivi de réponse non-hostile ou hostile). Finalement, les 240 scénarios ont été divisés en deux listes, à des fins de contre-balancement. Chaque participant était affecté à une liste à son arrivée au laboratoire.

Le deuxième objectif de cette étude était la validation de l'idée, bien répandue dans la littérature, selon laquelle les personnes agressives auraient vécu plus de situations validant l'utilisation de réponses agressives et auraient, par conséquent, un répertoire de réponses majoritairement rempli de réponses comportementales agressives, lorsque comparées à d'autres personnes moins agressives. Pour ce faire, l'activité électrique du cerveau a été mesurée suivant la lecture des mots-clés placés à la fin de chaque vignette. Il était attendu que la lecture d'un comportement non-hostile en réponse à une situation sociale problématique (ou contexte hostile) créerait un sentiment d'incongruence chez les personnes agressives. Inversement, puisque le répertoire de réponses des personnes non-agressives est conceptualisé comme étant surtout rempli de réponses comportementales prosociales (Crick & Dodge, 1994; Dodge, 2006), nous nous attendions à ce que ces participants ne ressentent pas autant cette incongruence. Nos analyses des données électrophysiologiques semblent supporter ces hypothèses. En effet, dans la condition incluant une résolution hypothétique non-hostile, les participants agressifs ont présenté une déflexion négative sur le scalp à environ 400 millisecondes suivant la lecture du mot-clé

marginalement plus élevée que les participants non-agressifs, ce qui coïncide avec l'observation d'une composante N400. Cette déflexion se retrouve dans les régions pariétales et centrales du cerveau, ce qui concorde avec les résultats antérieurs d'autres études (Mu et al., 2015; Gagnon et al., 2016; Gagnon et al. 2017). De plus, cette déflexion négative n'était pas statistiquement significative pour le groupe non-agressif, ce qui implique une certaine différence entre les deux groupes.

Nos résultats laissent croire en une possible difficulté d'accès aux scripts comportementaux non-hostiles chez les individus agressifs, lorsque confrontés à une situation problématique. Cette difficulté ne semble pas être présente chez les personnes non-agressives. Ceci est cohérent avec les théories qui stipulent que les personnes agressives auraient plus de scripts de comportements agressifs encodés en mémoire à long terme (Crick & Dodge, 1994; Dodge 2006). Cette particularité entraînerait un accès plus récurrent à ce genre de script et expliquerait l'utilisation plus fréquente de réponses agressives par ces individus. Du même coup, la déficience au niveau de l'accès à des réponses prosociales est comprise comme découlant aussi de cette composition du répertoire alors que les réponses non-agressives apprises auraient moins de chance d'être sélectionnées. Puisque les participants non-agressifs auraient un répertoire de réponses plus balancé (Crick & Dodge, 1994; Dodge 2006), ces derniers n'auraient pas cette même difficulté d'accès. Cette idée est supportée par nos résultats qui n'indiquent pas la présence d'une N400 statistiquement significative chez ces participants non-agressifs sous aucune des conditions.

Les analyses dévoilent également un phénomène inattendu, soit l'apparition d'une positivité atteignant un sommet autour de 100 ms suivant la présentation du mot-clé. Cette apparente composante P1 apparaît seulement chez le groupe non-agressif et semble être liée à la

lecture d'un mot-clé non-agressif suivant la présentation d'une situation sociale problématique. Il est difficile de bien comprendre ce qui explique cette composante, puisqu'elle ne fût pas considérée lors de la conception du présent devis de recherche. Néanmoins, quelques études passées nous permettent de spéculer sur sa nature. Traditionnellement, la composante P1 est associée aux mécanismes attentionnels dus à son apparition hâtive sur le tracé (Luck, 2014). Elle a également été liée avec le processus de validation d'indices conformes (Mangun & Hilyard, 1995). De plus, une P1 plus faible a déjà été observée par le passé chez des individus classifiés d'agressifs impulsifs (Houston & Stanford, 2001). Or, cette observation fut rapportée comme étant due à une difficulté de traitement de stimuli, en l'occurrence, des jets de lumière. Il est tout de même possible que la P1 observée dans le présent devis de recherche indique une meilleure habilité à traiter le stimulus non-hostile pour les participants non-agressifs. Il est probable que le répertoire de réponses surtout prosocial des participants non-agressifs les amène à s'attendre à une résolution non-hostile même lorsqu'ils lisent une situation problématique. Ainsi, l'apparition d'un mot-clé non-hostile viendrait confirmer leurs attentes et serait par le fait même plus efficacement traité que pour les participants agressifs. Il est également possible que l'absence de cette composante positive soit un indice d'une certaine difficulté d'inhibition cognitive chez les agressifs. En effet, les composantes N1 et P1 ont toutes deux été considérées comme de possibles marqueurs de capacité inhibitrice face au traitement de stimuli (Pires, Leitao, Guerrini & Simoes, 2014). La P1 particulièrement serait associée avec l'inhibition d'information sensorielle non-pertinente. L'agressivité étant souvent perçue comme une défaillance au niveau de l'inhibition de comportements agressifs (Bartholow, 2017), il est possible que ce manque de positivité reflète une facette attentionnelle ou cognitive de cette tendance. Les études futures

gagneraient certainement à considérer cet aspect lors du développement de leurs tâches empiriques.

Quant à elles, nos analyses corrélationnelles n'ont pas dévoilé la présence de quelconques corrélations significatives entre les mesures auto-rapportées et les mesures électrophysiologiques. Ceci n'est pas nécessairement surprenant, considérant la nature assez différente des deux types de mesure. De plus, il est assez bien établi que de multiples facteurs viennent influencer l'apparition, ou non, de comportements agressifs (Allen et al., 2018), l'entièreté des processus cognitifs ne représentant qu'une partie des causes sous-jacentes à l'agression (Fergusson & Dyck, 2012). Il est donc probable que l'accès au répertoire de réponses, une facette bien spécifique des processus cognitifs liés aux traitements de l'information sociale, ne représente qu'une fraction de cette variance et qu'elle ne corrèle donc pas particulièrement, lorsque considérée seule, avec les comportements agressifs mesurés.

Notre étude comporte néanmoins certaines limitations importantes. Afin de ne pas influencer les participants et de mettre en péril les résultats EEG obtenus, la question de l'agressivité comme étant un aspect de notre recherche ne fut qu'abordée suivant la complétion de la tâche expérimentale en laboratoire. À ce moment, bien qu'aucun participant n'ait deviné le but de la recherche, plusieurs ont mentionné ne pas être surpris de notre intérêt sur l'agressivité. En effet, avant de se déplacer en laboratoire, les participants ont dû répondre à plus de 50 questions touchant diverses facettes de l'agressivité, ce qui leur permettait de deviner notre intérêt envers cette mesure. Il est possible de s'interroger sur la possible influence que cela pourrait avoir sur les résultats, par exemple, en activant leurs schémas liés à l'agressivité avant même leur arrivée en laboratoire. Le choix de nos questionnaires entraîne également une autre limite. En effet, nous savons que l'agressivité est un construit complexe, qui comporte plusieurs

facettes et qui est multidéterminé. Ainsi, alors que nos questionnaires nous ont permis de différencier les participants à l'aide de l'évaluation de la présence ou non de différentes sortes de comportements agressifs, plusieurs autres facettes de l'agressivité n'ont pas été interrogées. Il ne fut notamment pas question des capacités d'inhibition et des traits de personnalité qui pourraient moduler l'utilisation de ce type de comportement. Avoir accès à ces informations lors d'études futures amenées à une différente perspective sur les résultats obtenus.

Une autre limite possible se trouve dans le style de scénarios que nous avons créés. Bien que beaucoup d'efforts ont été apportés afin de créer des scénarios variés, il est difficile de savoir à quels points les participants ont eu de la facilité à s'imaginer vivre et à s'identifier aux diverses situations et réactions décrites. Aussi, bien que nos méthodes de validation eussent pour but l'isolement des aspects sémantiques et sociaux de l'agressivité afin de cibler l'étude du répertoire de réponses, la nature des scénarios fait en sorte qu'il soit difficile de s'assurer de cette isolation. En effet, il est possible que les scénarios activent des schémas liés aux croyances morales ou induisent certaines émotions qui pourraient également venir influencer la réaction des participants. Cette influence pourrait justement venir affecter le tracé et les composantes observées.

La taille et la composition de notre échantillon représentent une autre limite importante. En effet, notre échantillon n'est que de 29 participants; un plus grand échantillon pourrait amener une plus grande validité à nos résultats. De plus, une grande partie de ces participants sont issus d'efforts de recrutement ayant eu lieu à l'université, ce qui vient limiter l'hétérogénéité de l'échantillon et donc les possibilités de généralisation des résultats. Également, bien que le groupe non-agressif soit bien balancé sur le genre, notre groupe agressif est majoritairement composé de femmes (10 femmes sur 14 participants). Considérant que la division en deux

groupes ait été faite à l'aide de la même échelle d'hostilité du BSI, cette différence ne devrait pas avoir d'effet au niveau de l'agressivité présente dans chaque groupe, mais il est possible que les femmes et les hommes s'identifient différemment aux scénarios que nous avons créés puisque cet aspect n'a pas été exploré lors de nos activités de validation. Tout effort de recherche subséquent faisant l'utilisation de notre modèle devrait avoir comme priorité de pallier ces lacunes au niveau du recrutement et de l'échantillonnage afin d'assurer une meilleure validité et généralisation des résultats.

Aussi, faut-il rapporter qu'il n'est pas possible, à l'aide de nos résultats, de se prononcer avec fidélité sur la localisation des sources des composantes observées. En effet, notre lecture à ce niveau se limite à l'information captée par les électrodes placées directement sur le scalp. Une prochaine étude gagnerait à faire l'utilisation de méthodes supplémentaires comme celles de l'imagerie par résonance magnétique ou les méthodes de location de source par EEG (Khateb, Pegna, Landis, Mouthon & Annoni, 2010). Ceci est particulièrement important pour notre devis puisqu'il est différent de bien d'autres études PRE au sens où, comme mentionné plus tôt, nous faisons l'utilisation de vignettes sociales qui pourraient venir toucher différentes facettes de l'agressivité et qui requiert donc un effort de compréhension plus complexe de la part des participants. On peut notamment y voir une possibilité d'impliquer des mécanismes jouant un rôle sur la question sociale et sémantique, oui, mais également émotionnelle et possiblement morale. Ainsi, il est possible que la compréhension de nos scénarios vienne solliciter l'influence d'un nombre plus important de régions du cortex cérébral que lors d'autres études PRE du même style qui sont traditionnellement surtout axées sur l'aspect sémantique. Qui plus est, les modèles neurophysiologique et neuroanatomique de l'agressivité ne furent pas réellement considérés lors de la conception de la présente tâche en laboratoire. Il est donc difficile de discuter des résultats

en fonction des structures cérébrales centrales à la question de l'agressivité. Ceci implique donc un angle mort important que toute étude future se devra absolument de chercher à pallier. Cela est également vrai pour ce qui est de l'implication possible de l'aspect émotionnel et de l'agressivité qui nous amène à réfléchir à la pertinence de l'introduction d'autres types de mesures pouvant cerner ces informations. Ces observations s'étendent également aux mesures hormonales et aux neurotransmetteurs.

En conclusion, les techniques EEG continuent de se montrer utiles dans l'exploration en temps réel des cognitions liées à l'agressivité, permettant ainsi une meilleure appréciation de ces mécanismes difficilement accessibles à l'aide des méthodes traditionnelles. Nos résultats supportent en partie l'idée que les personnes agressives ont un répertoire de réponses composé de plus de scripts agressifs que les personnes non-agressives, influençant leurs habilités à traiter l'information non-hostile dans un contexte problématique. Notre étude est par ailleurs, à notre connaissance, la première à avoir étudié l'accès au répertoire de réponses à l'aide d'un devis d'EEG et de PRE. Nos résultats encouragent donc l'utilisation de ce genre de techniques dans les études futures des processus cognitifs sous-jacents à l'agressivité bien qu'il serait important pour les efforts de recherche à venir d'inclure et de prendre compte des divers modèles et mesures neurophysiologiques et neuroanatomiques impliquées dans l'explication des comportements agressifs.

## Bibliographie

- Allen, Johnie J., Craig A. Anderson, and Brad J. Bushman. "The general aggression model." *Current opinion in psychology* 19 (2018): 75-80. doi.org/10.1016/j.copsyc.2017.03.034
- Anderson, C. A., & Bushman, B. J. (2002). Media violence and the American public revisited. doi.org/10.1037/0003-066X.57.6-7.448
- Asarnow, J. R., & Callan, J. W. (1985). Boys with peer adjustment problems: Social cognitive processes. *Journal of consulting and clinical psychology*, 53(1), 80. doi.org/10.1037/0022-006X.53.1.80
- Bartholow, B. D. (2017). The Aggressive Brain. Dans Bushman, B. J. (Ed.), *Aggression and Violence: A Social Psychological Perspective* (pp. 61-73). New York, NY: Routledge.
- Bandura, A. (1978). Social learning theory of aggression. *Journal of communication*, 28(3), 12-29. doi.org/10.1111/j.1460-2466.1978.tb01621.x
- Carrillo, M., Ricci, L.A., Coppersmith, G.A. et al. The effect of increased serotonergic neurotransmission on aggression: a critical meta-analytical review of preclinical studies. *Psychopharmacology* 205, 349–368 (2009). <https://doi.org/10.1007/s00213-009-1543-2>
- Crick, N. R. et Dodge, K. A. (1994). A Review and Reformulation of Social Information Processing Mechanisms in Children's Social Adjustment. *Psychological Bulletin*, 115(1), 74-101. doi.org/10.1037/0033-2909.115.1.74
- Dodge, K. A. (2006). Translational science in action: Hostile attributional style and the development of aggressive behavior problems. *Development and Psychopathology*, 18(3), 791-814. doi:http://dx.doi.org/10.1017/S0954579406060391
- Ferguson, C. J., & Dyck, D. (2012). Paradigm change in aggression research: The time has come to retire the General Aggression Model. *Aggression and Violent Behavior*, 17(3), 220-228. doi.org/10.1016/j.avb.2012.02.007
- Gagnon, J., Henry, A., Decoste, F. P., Ouellette, M., McDuff, P., & Daelman, S. (2013). Response to hypothetical social scenarios in individuals with traumatic brain injury who present inappropriate social behavior: A preliminary report. *Behavioral Sciences*, 3(1), 72-98. doi.org/10.3390/bs3010072
- Gagnon, J., Aubin, M., Emond, F. C., Derguy, S., Bessette, M., Jolicoeur, P. (2016). Neural mechanisms underlying attribution of hostile intention in nonaggressive individuals: An ERP study. *International Journal of Psychophysiology*, 110, 153-162. 20. doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2016.08.007
- Gagnon, J., Aubin, M., Emond, F. C., Derguy, S., Brochu, A. F., Bessette, M., et Jolicoeur, P. (2017). An ERP Study on Hostile Attribution Bias in Aggressive and Nonaggressive Individuals. *Aggressive Behavior*, 43, 217-229. doi.org/10.1002/ab.21676



- Gilbert, F., & Daffern, M. (2017). Aggressive scripts, violent fantasy and violent behavior: A conceptual clarification and review. *Aggression and violent behavior*, 36, 98-107. doi.org/10.1016/j.avb.2017.05.001
- Gilbert, F., Daffern, M., & Anderson, C. A. (2017). The General Aggression Model and its application to violent offender assessment and treatment. *The wiley handbook of violence and aggression*, 1-13. doi.org/10.1002/9781119057574.whbva037
- Helfritz-Sinville, L. E., & Stanford, M. S. (2014). Hostile attribution bias in impulsive and premeditated aggression. *Personality and individual differences*, 56, 45-50. doi.org/10.1016/j.paid.2013.08.017
- Houston, R. J., & Stanford, M. S. (2001). Mid-latency evoked potentials in self-reported impulsive aggression. *International Journal of Psychophysiology*, 40(1), 1-15. doi.org/10.1016/S0167-8760(00)00120-3
- Huesmann, L. R. (2017). An Integrative Theoretical Understanding of Aggression. Dans Bushman, B. J. (Ed.), *Aggression and Violence: A Social Psychological Perspective* (pp. 3-21). New York, NY: Routledge. doi.org/10.1016/j.copsyc.2017.04.015
- Khateb, A., Pegna, A. J., Landis, T., Mouthon, M. S., & Annoni, J. M. (2010). On the origin of the N400 effects: an ERP waveform and source localization analysis in three matching tasks. *Brain topography*, 23(3), 311-320. doi.org/10.1007/s10548-010-0149-7
- Kokko, K., Simonton, S., Dubow, E., Lansford, J. E., Olson, S. L., Huesmann, L. R., ... & Pettit, G. S. (2014). Country, sex, and parent occupational status: Moderators of the continuity of aggression from childhood to adulthood. *Aggressive behavior*, 40(6), 552-567. doi.org/10.1111/j.1532-7795.2009.00579.x
- Kutas, M., & Federmeier, K. D. (2011). Thirty years and counting: finding meaning in the N400 component of the event-related brain potential (ERP). *Annual review of psychology*, 62, information in prototypical scenarios: inferences from brain potentials. *Social cognitive and affective neuroscience*, 7(4), 457-466. 621-647. doi.org/10.1146/annurev.psych.093008.131123
- Labella, M. H., & Masten, A. S. (2018). Family influences on the development of aggression and violence. *Current opinion in psychology*, 19, 11-16. doi.org/10.1016/j.copsyc.2017.03.028
- Lacourse, E., Boivin, M., Brendgen, M., Petitclerc, A., Girard, A., Vitaro, F., ... & Tremblay, R. E. (2014). A longitudinal twin study of physical aggression during early childhood: evidence for a developmentally dynamic genome. *Psychological medicine*, 44(12), 2617-2627. doi.org/10.1017/S0033291713003218
- Lansford, J. E. (2017). Development of aggression in males and females. Dans Bushman, B. J. (Ed.), *Aggression and Violence: A Social Psychological Perspective* (pp. 61-73). New York, NY: Routledge.
- Lau, E., Phillips, C. & Poeppel, D. A cortical network for semantics: (de)constructing the N400. *Nat Rev Neurosci* 9, 920–933 (2008). doi.org/10.1038/nrn2532

Lim, L., Day, A., & Casey, S. (2011). Social cognitive processing in violent male offenders. *Psychiatry, Psychology and Law*, 18(2), 177-189. doi.org/10.1080/13218711003739490

Luck, S. J. (2014). *An introduction to the event-related potential technique*. MIT press.

Mangun, G. R. (1995). Neural mechanisms of visual selective attention. *Psychophysiology*, 32(1), 4-18. doi.org/10.1111/j.1469-8986.1995.tb03400.x

Milner, J. S., Rabenhorst, M. M., McCanne, T. R., Crouch, J. L., Skowronski, J. J., Fleming, M. T., ... & Risser, H. J. (2011). Event-related potentials: Search for positive and negative child-related schemata in individuals at low and high risk for child physical abuse. *Child abuse & neglect*, 35(4), 249-266. doi.org/10.1016/j.chiabu.2011.01.002

Mu, Y., Kitayama, S., Han, S., & Gelfand, M. J. (2015). How culture gets embrained: Cultural differences in event-related potentials of social norm violations. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 112(50), 15348-15353. doi.org/10.1073/pnas.1509839112

Pires, L., Leitão, J., Guerrini, C., & Simões, M. R. (2014). Event-related brain potentials in the study of inhibition: cognitive control, source localization and age-related modulations. *Neuropsychology review*, 24(4), 461-490. doi.org/10.1007/s11065-014-9275-4

Raine, A. (2008). From genes to brain to antisocial behavior. *Current Directions in Psychological Science*, 17(5), 323-328. doi.org/10.1111/j.1467-8721.2008.00599.x

Wu, Y. C., et Coulson, S. (2005). Meaningful gestures: Electrophysiological indices of iconic gesture comprehension. *Psychophysiology*, 42, 654-667. doi.org/10.1111/j.1469-8986.2005.00356.x