

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À TROIS-RIVIÈRES

LA LATÉRALISATION DE LA DOULEUR CHEZ LES GAUCHERS ET LES
DROITIERS : UNE ÉTUDE ÉLECTROPHYSIOLOGIQUE

ESSAI DE 3^e CYCLE PRÉSENTÉ
COMME EXIGENCE PARTIELLE DU

DOCTORAT CONTINUUM D'ÉTUDES EN PSYCHOLOGIE
(PROFIL INTERVENTION)

PAR
ÉMILIE HARDY VERREAULT

AOÛT 2020

Université du Québec à Trois-Rivières

Service de la bibliothèque

Avertissement

L'auteur de ce mémoire ou de cette thèse a autorisé l'Université du Québec à Trois-Rivières à diffuser, à des fins non lucratives, une copie de son mémoire ou de sa thèse.

Cette diffusion n'entraîne pas une renonciation de la part de l'auteur à ses droits de propriété intellectuelle, incluant le droit d'auteur, sur ce mémoire ou cette thèse. Notamment, la reproduction ou la publication de la totalité ou d'une partie importante de ce mémoire ou de cette thèse requiert son autorisation.

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À TROIS-RIVIÈRES

Cet essai de 3^e cycle a été dirigée par :

Mathieu Piché, Ph. D.

directeur de recherche

Isabelle Blanchette, Ph. D.

codirectrice de recherche

Jury d'évaluation de l'essai :

Mathieu Piché, Ph. D.

directeur de recherche

Christian Joyal, Ph. D.

évaluateur interne

Philip Jackson, Ph. D.

évaluateur externe

Ce document est rédigé sous la forme d'article(s) scientifique(s), tel qu'il est stipulé dans les règlements des études de cycles supérieurs (Article 138) de l'Université du Québec à Trois-Rivières. Le (les) article(s) a (ont) été rédigé(s) selon les normes de publication de revues reconnues et approuvées par le Comité de programmes de cycles supérieurs du département de psychologie. Le nom du directeur de recherche pourrait donc apparaître comme co-auteur de l'article soumis pour publication.

Sommaire

La douleur est perçue comme un signal d'alarme important auquel nous devons répondre. Il est donc important de constamment bonifier notre compréhension du processus de douleur afin d'intervenir le plus efficacement possible. C'est au sein de cet objectif général que s'est inscrit cet essai doctoral ; avoir une meilleure compréhension du traitement nociceptif. Plus spécifiquement, le but ultime de cette étude était de déterminer si la dominance manuelle, c'est-à-dire le fait d'être gaucher ou droitier affecte la modulation attentionnelle à la douleur en considérant trois variables ; la perception de la douleur, les temps de réaction comme mesure d'attention sélective, ainsi que l'activité cérébrale. L'échantillon comprend trente-quatre individus (17 droitiers et 17 gauchers) tous âgés entre 18 et 50 ans et en santé. Les individus devaient participer à une seule session d'expérimentation où des stimuli nociceptifs et tactiles étaient envoyés à leurs mains selon un paradigme *oddball* (présentation de stimuli douloureux occasionnels pendant la présentation d'une série de stimuli non douloureux répétés). Dans la première condition, il était demandé aux participants de porter attention à l'une de leurs mains, de peser sur une pédale le plus rapidement possible (temps de réaction) lorsqu'un stimulus douloureux était ressenti et de donner leur perception de douleur sur une échelle verbale numérique allant de 0 (pas de douleur) à 100 (douleur maximale imaginable). Dans l'autre condition, l'attention était dirigée sur l'autre main et les mêmes instructions étaient données. L'activité cérébrale fut enregistrée grâce à un électroencéphalogramme afin d'extraire les potentiels évoqués somesthésiques et d'isoler, entre autres, les composantes N100 et P260. Aucun résultat significatif ne fut obtenu pour les temps de réaction et la perception de la

douleur selon la dominance, le côté de stimulation (main droite ou main gauche) et la direction de l'attention (à la main droite ou à la main gauche). Cependant, une inhibition de la composante N100 des potentiels évoqués somesthésiques fut observée chez les droitiers pour les deux mains et seulement au niveau de la main droite chez les gauchers. Ces résultats indiquent que chez les individus droitiers, l'effet de distraction tend à produire une inhibition de la N100, tandis que l'effet n'est pas le même chez les gauchers, où l'inhibition est présente seulement lorsque leur main droite est stimulée et que leur attention est dirigée à leur main dominante. On remarque donc que les gauchers semblent davantage vigilants quant à leur main dominante, ce qui pourrait, en partie, expliquer pourquoi l'effet de distraction n'a pas le même impact que chez les droitiers. De par cette vigilance accrue à leur main dominante, il est possible qu'ils ne perçoivent pas la stimulation douloureuse à leur main droite comme étant suffisamment menaçante pour engendrer l'effet de distraction attendu. En conclusion, ces résultats nouveaux apportés par cet essai doctoral ne peuvent être généralisés, mais mériteraient d'être explorés davantage par des recherches futures afin de mieux comprendre le traitement de l'information nociceptive chez les gauchers.

Table des matières

| | |
|--|------|
| Sommaire | iv |
| Liste des tableaux..... | viii |
| Liste des figures | ix |
| Remerciements..... | x |
| Introduction générale | 1 |
| Contexte théorique | 5 |
| La douleur | 7 |
| Définition | 7 |
| Douleur et nociception..... | 8 |
| Neurophysiologie de la douleur..... | 11 |
| Trajet de la douleur..... | 11 |
| Récepteurs de la douleur..... | 12 |
| Régions corticales activées par l'information nociceptive..... | 13 |
| Latéralisation de l'information nociceptive..... | 14 |
| Modulation de la douleur..... | 17 |
| Mesurer la douleur | 20 |
| Mesures psychophysiques..... | 21 |
| Mesures physiologiques..... | 22 |
| Échelles de mesure de la douleur..... | 24 |
| Latéralisation cérébrale et dominance manuelle..... | 27 |
| Définition de la latéralisation cérébrale | 27 |

| | |
|--|----|
| Définition de la dominance manuelle | 28 |
| Attention..... | 31 |
| Définition | 32 |
| Modulation attentionnelle à la douleur | 33 |
| Composantes EEG et modulation attentionnelle à la douleur | 35 |
| Chapitre I. Latéralisation de la douleur chez les gauchers et les droitiers : une étude électrophysiologique | 37 |
| Introduction..... | 38 |
| Méthode | 39 |
| Résultats..... | 47 |
| Discussion | 54 |
| Conclusion | 60 |
| Références..... | 61 |
| Discussion générale..... | 65 |
| Conclusion générale..... | 76 |
| Références générales..... | 79 |
| Appendice A. Formulaire de consentement..... | 90 |
| Appendice B. Questionnaire de latéralité manuelle Edinburgh..... | 96 |

Liste des tableaux

Tableau

| | | |
|---|--|----|
| 1 | Statistiques descriptives de l'échantillon | 48 |
|---|--|----|

Liste des figures

Figure

| | | |
|---|---|----|
| 1 | Représentation schématique de la douleur de Loeser (1980)..... | 10 |
| 2 | Échelle visuelle analogique (VAS) | 43 |
| 3 | Paradigme expérimental | 46 |
| 4 | Perception de la douleur selon la condition expérimentale | 49 |
| 5 | Temps de réaction selon la condition expérimentale | 50 |
| 6 | Potentiels évoqués somesthésiques chez les gauchers et les droitiers selon les quatre conditions expérimentales | 50 |
| 7 | Amplitude de la composante N100 selon la condition expérimentale | 52 |
| 8 | Amplitude de la composante P260 selon la condition expérimentale..... | 54 |

Remerciements

Je désire exprimer toute ma reconnaissance à plusieurs personnes sans qui la réalisation de cet essai doctoral n'aurait pu être possible.

J'aimerais d'abord remercier monsieur Mathieu Piché. Ph. D., professeur au département d'anatomie de l'Université du Québec à Trois-Rivières, pour m'avoir notamment orientée vers un sujet de recherche intéressant qui correspondait à mes intérêts personnels, ainsi que professionnels. Je tiens également à le remercier pour les opportunités offertes, sa compétence, ainsi que son aide tout au long de mon parcours universitaire.

Mes sincères remerciements vont aussi à Suzie, Christopher, David, collègues et amis qui m'ont apporté un soutien extraordinaire. Finalement, j'aimerais remercier ma famille, particulièrement Pier-David pour sa confiance, son soutien indéfectible, ainsi que pour ses encouragements à persister malgré les embûches.

Introduction générale

La représentation corticale du traitement des stimuli nociceptifs a longtemps été étudiée grâce à l'évolution grandissante des techniques en neuroimagerie. À l'aide de ces études, certaines aires et régions corticales ont été identifiées comme ayant une participation active dans le traitement de l'information nociceptive qui sous-tend la douleur. Or, malgré ce nombre important d'études se penchant sur le sujet et les connaissances en neuroanatomie, une question importante demeure.

En effet, bien que les voies nociceptives acheminent l'information principalement vers l'hémisphère controlatéral et partiellement vers l'hémisphère ipsilatéral, l'information nociceptive est traitée de façon bilatérale. Il a d'ailleurs été proposé que certains processus nociceptifs qui sous-tendent la douleur soient latéralisés à droite, tel que rapporté dans des études en neuroimagerie ainsi qu'une méta-analyse plus récente (Baumgärtner, Iannetti, Zambreanu, Stoeter, Treede & Tracey, 2010; Duerden & Albanese, 2013). C'est sur quoi se penchera en partie cet essai doctoral, à savoir si le traitement de la douleur est principalement latéralisé du côté droit du cerveau. Par la suite, il sera intéressant d'approfondir cette question de recherche en comparant la latéralisation de la douleur chez les droitiers et les gauchers, puisque peu d'études ont exploré le sujet. En effet, certains individus présenteraient une configuration hémisphérique dite atypique, ce qui compliquerait significativement les études en neuroimagerie, c'est pourquoi les

chercheurs recrutent majoritairement que des individus droitiers où la configuration cérébrale est déjà connue.

Par ailleurs, il est maintenant admis que la douleur est un phénomène perceptif complexe qui ne dépend pas seulement des caractéristiques physiques de la stimulation, mais également de l'état cognitif et affectif de l'individu. Le système nerveux aurait donc la capacité de moduler la sensation subjective de la douleur dans le but de faire face aux signaux extérieurs qui ont le potentiel de menacer l'intégrité de l'organisme. Parmi ces capacités internes, l'attention occupe un rôle important, puisqu'il consiste à détourner son attention du signal nociceptif afin de diminuer ultimement la douleur résultante. Cette recherche permettra donc d'investiguer l'aspect attentionnel du traitement de la douleur, particulièrement dans le contexte de comparaison entre les gauchers et les droitiers.

De ce fait, la première section de l'essai traitera de la définition de la douleur, de sa différenciation avec la nociception, de son traitement dans le cerveau et de la manière dont il est possible de la mesurer. Dans la section suivante, l'implication de la dominance en lien avec la nociception sera discutée en définissant ce qu'est le concept de dominance et quelles sont les principales fonctions cognitives latéralisées en plus d'aborder les différences observées entre les gauchers et les droitiers. Finalement, la dernière section de l'essai traitera du concept de modulation attentionnelle à la douleur. Ainsi, les différents types d'attention et les modèles théoriques seront développés en plus des différentes composantes des potentiels évoqués somesthésiques impliquées dans la modulation

attentionnelle à la douleur tout en maintenant le focus sur la différence entre les gauchers et les droitiers, qui est au cœur de cet essai.

Contexte théorique

Au Canada, la recherche sur la douleur s'avère peu subventionnée, ce qui est malheureux considérant les coûts sociétaux importants engendrés par ce phénomène (Lynch, Schopflocher, Taenzer & Sinclair, 2009). En effet, il y aurait environ plus de 50% des personnes en attente d'être vues dans une clinique antidouleur au Canada qui présenteraient des symptômes dépressifs graves et environ 34,6 % songeraient au suicide. De plus, une grande majorité de ces individus affirment que la douleur perturbe leur travail habituel (Choinière et al., 2010). La douleur représente le motif de consultation le plus fréquent dans notre système de santé actuel et compte pour environ 78 % des admissions aux urgences. Ces statistiques inquiétantes démontrent toute l'importance de poursuivre les recherches sur la douleur. Ultimement, avoir une meilleure compréhension du phénomène de la douleur dans toute sa complexité permettra au long court de développer des stratégies plus optimales afin de diminuer significativement le nombre d'individus souffrant de ce phénomène.

L'objectif général de cet essai est donc de mieux comprendre le traitement cérébral de l'information nociceptive sous un angle davantage fondamental. Il permettra plus précisément de déterminer si la dominance manuelle (gaucher vs droitier) affecte la modulation attentionnelle à la douleur.

La douleur

La première section propose une définition de la douleur pour ensuite la nuancer avec le concept de nociception qui est parfois considéré, à tort, comme un synonyme de douleur. Ensuite, il sera question des différents modèles théoriques expliquant le phénomène de la douleur et de la façon objective et subjective de la mesurer.

Définition

Selon l'Association Internationale pour l'Étude de la Douleur (*International Association for the Study of Pain – IASP*), la douleur consiste en « une sensation et une expérience émotionnelle désagréable en réponse à une atteinte tissulaire réelle ou potentielle ou décrite en ces termes ». L'atteinte tissulaire réelle consiste en la stimulation de récepteurs périphériques spécifiques causée par cette lésion, tandis que l'atteinte potentielle sous-tend l'absence de lésion périphérique, mais la présence de lésions centrales (au niveau du cerveau) résultant en une sensation douloureuse. Alors, la douleur consiste en une expérience subjective et comportementale en réponse à un stimulus nociceptif psychologique ou physique.

De plus, l'aspect temporel en tant que facteur fondamental permet de bien comprendre le concept de douleur et ultimement, de la traiter. Cette variable permet également de faire la différence entre une douleur dite aiguë et une douleur dite chronique. La classification afin de déterminer le type de douleur est arbitraire et artificielle (Marchand, 1998). Il est généralement admis qu'une douleur aiguë dure en moyenne

moins de 30 jours, tandis qu'une douleur considérée comme chronique dure en moyenne plus de 6 mois. Pour ce qui est de la période entre ces deux types de douleurs, elle est qualifiée de douleur subaiguë. De ce fait, faire la distinction entre ces types de douleur est indispensable, puisqu'elles n'ont pas les mêmes fonctions. En effet, une douleur aiguë est indispensable à notre survie et fait office de protection. Elle nous permet donc de reconnaître qu'il y a un problème grâce à son système d'alarme. Or, la douleur chronique n'a pas ce rôle de protection, elle persiste même au-delà de l'évènement déclencheur.

Cela dit, la douleur est un phénomène très complexe impliquant une combinaison importante de facteurs pouvant influencer, par exemple, son intensité, sa signification et les réponses comportementales associées. Les facteurs en question incluent des processus cognitifs, émotionnels, physiologiques ou encore des afférences sensorielles diverses (Dubé, 2015). Il est d'ailleurs nécessaire de nuancer le concept de douleur avec celui de la nociception, ce qui sera abordé dans la prochaine section.

Douleur et nociception

Le phénomène de douleur et le concept de nociception sont, à tort, fréquemment considérés comme des synonymes. Il est donc important de nuancer les différences entre les deux représentations. Le concept de nociception réfère à l'activité nerveuse qui est provoquée par un stimulus potentiellement dangereux pour l'organisme. C'est également un terme utilisé pour expliquer un processus sensoriel qui est à l'origine du message nerveux qui provoque ultimement la sensation de douleur. D'ailleurs, elle correspond aux

fonctions de l'organisme qui permettent de détecter, percevoir et de réagir lorsqu'il est confronté à des stimulations internes ou externes qui ont un potentiel dangereux pour ce dernier. Elle s'avère donc un traitement purement physiologique, puisqu'elle représente l'activité nerveuse avant son traitement par les centres nerveux supérieurs. Par conséquent, elle peut être perçue par l'organisme comme douloureuse ou non. Ainsi, c'est grâce à l'activité nociceptive que nous retirons le pied ou la main d'une surface brûlante avant même d'avoir ressenti subjectivement la douleur occasionnée par la blessure. Donc, cette activité est indispensable à la survie d'un organisme et se retrouve même chez les espèces animales considérées comme étant peu évoluées (Kavaliers, 1990).

Le modèle adapté de Loeser (voir Figure 1) propose une façon visuelle et schématique de représenter les différentes composantes de la douleur facilitant grandement sa compréhension (Loeser, 1980). À l'intérieur du premier cercle constituant le schéma se retrouve le concept de nociception, qui réfère, tel que mentionné auparavant, à l'activité nerveuse engendrée par un stimulus potentiellement menaçant pour l'organisme. Le concept suivant du modèle de Loeser est celui de la douleur dans sa dimension sensori-discriminative. La douleur est la sensation désagréable ressentie suite au traitement de l'information nociceptive. Cette expérience est donc considérée comme subjective, puisqu'elle peut grandement varier d'un individu à l'autre selon plusieurs facteurs différents, autant internes qu'externes. Le troisième échelon est la souffrance en tant que réponse affective négative qui peut être causée autant par l'expérience de la douleur ou par d'autres expériences considérées désagréables, telles que le deuil, ou toutes

expériences anxiogènes. Toutefois, il n'y a pas de corrélation parfaite entre la douleur et la souffrance. Il est possible de souffrir pour des raisons autres que la douleur, comme il est possible de ressentir de la douleur sans en souffrir (Marchand, 1998). Finalement, le dernier cercle réfère aux comportements de douleur. Ceux-ci font référence à tous comportements associés à la présence de sensations douloureuses. Ils peuvent s'exprimer de différentes façons, allant du réflexe d'évitement jusqu'aux expressions faciales. Or, au même titre que le concept de souffrance, un individu peut présenter des comportements de douleur sans ressentir subjectivement cette sensation désagréable. De plus, la douleur ne provoque pas nécessairement des comportements qui y sont associés.

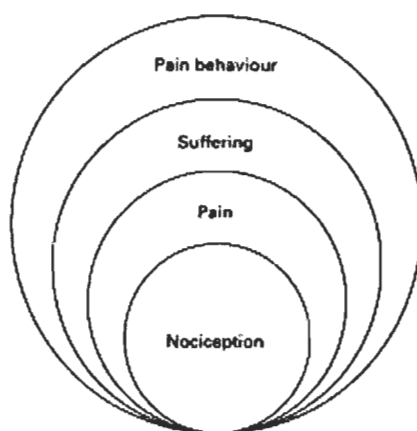


Figure 1. Représentation schématique de la douleur de Loeser (1980).

Dès lors, les concepts de douleurs et de nociception sont évidemment corrélés ensemble, sans pour autant l'être de façon parfaite tel que vu précédemment. En effet, ces deux notions sont en réalité très différentes. C'est en explorant davantage le processus du

traitement de l'information nociceptive que les deux concepts seront plus aisés à distinguer. C'est d'ailleurs ce que la prochaine section abordera, entre autres.

Neurophysiologie de la douleur

Afin de bien comprendre la neurophysiologie de la douleur, il est d'abord important d'aborder le trajet que parcourt l'information nociceptive. C'est-à-dire, considérer la façon dont est transporté le signal chimioélectrique des fibres nerveuses des régions périphériques jusqu'aux centres supérieurs.

Trajet de la douleur. Une stimulation dite nociceptive peut être de nature mécanique, chimique ou thermique ce qui permettra d'activer des nocicepteurs, qui, par la suite, conduiront l'information jusqu'au cerveau (Marchand, 1998). Toutefois, le stimulus initial n'est pas le seul facteur contribuant à la douleur ressentie. Bien évidemment, le processus est complexe, et dans ce cas-ci, il comporte quatre étapes comportant des réactions chimiques et électriques : la transduction, la transmission, la modulation et la perception (Heinricher, Haws & Fields, 1987). D'abord, la transduction sensorielle consiste en la transformation de stimuli mécaniques, chimiques ou thermiques en énergie chimioélectrique. Ensuite, il y a la transmission de l'influx nerveux passant par différentes régions importantes, telles que la moelle épinière, le tronc cérébral, le thalamus et le cortex. La troisième étape, soit la modulation, fait référence aux ajustements faits par le neurone responsable de la transmission de l'influx nerveux. Finalement, la dernière étape, soit la perception de la douleur, consiste en l'aboutissement de tout le processus

d'intégration de l'information nociceptive. Afin de l'interpréter, on se réfère à une situation émotionnelle ainsi qu'à la somme des expériences passées. La douleur ressentie se manifeste par différents comportements et réactions (réflexes) qui peuvent être spécifiques ou non, reflétant notre perception de la douleur.

Récepteurs de la douleur. Tel que vu précédemment, les nocicepteurs sont des récepteurs responsables de recevoir l'information nociceptive. Ainsi, ils sont responsables de la transduction, ainsi que de la transmission de l'influx nerveux (Heinricher et al., 1987). Cependant, il n'existe pas de récepteur nociceptif à proprement parler. En effet, il n'y aurait que des terminaisons nerveuses libres dépourvues de myéline se situant dans les tissus cutanés et musculaires, les articulations, les fascias et les viscères. Pour qu'un récepteur soit considéré comme un nocicepteur, il doit rencontrer deux caractéristiques spécifiques, soit une capacité de réponse proportionnelle à l'intensité du stimulus et un seuil de réponse plus élevé que les thermorécepteurs (récepteurs sensibles à la chaleur) et les mécanorécepteurs (récepteurs sensibles aux stimuli mécaniques) qui réagissent à des stimuli considérés comme légers (Le Bars & Willer, 2004). De plus, pour qu'une fibre soit considérée comme étant nociceptive, elle doit répondre de façon sélective à des stimulations intenses. Il existe toutefois une exception, puisque les fibres à large gamme dynamique (nociceptives non-spécifiques) qui reçoivent des informations des fibres non nociceptives (fibres AB) et des fibres nociceptives (fibres C), réagissent différemment selon l'intensité de la stimulation (Le Bars & Willer, 2004).

Par ailleurs, il existe trois grandes classes de fibres nerveuses somatiques. La première classe, soit les fibres A β , sont de grosses fibres myélinisées, ce qui implique qu'elles conduisent l'information très rapidement. Généralement, elles encodent l'information non nociceptive, mais participent toutefois à la modulation de la douleur. Les fibres A δ , quant à elles, sont des fibres de plus petit calibre et également myélinisées, mais un peu moins rapides que les fibres A β . Ces fibres ont un seuil de recrutement très élevé et permettent de transmettre rapidement et précisément l'information nociceptive. Finalement, les fibres C sont de très petites fibres dépourvues de myéline, ce qui implique qu'elles sont lentes. Elles répondent de façon préférentielle aux stimulations douloureuses et conduisent l'information relativement lentement et de façon diffuse. En raison de leur différence de vitesse de conduction, les fibres A δ et C permettent de percevoir une première et une deuxième douleur. En effet, les fibres A δ vont transmettre l'information beaucoup plus rapidement, ce qui occasionnera une douleur brève et aiguë semblable à une piqûre à l'endroit même de la sensation douloureuse. Les fibres C, quant à elles, transmettront l'information plus lentement, ce qui produira une sensation plus tardive et diffuse donnant l'impression de brûlure.

Régions corticales activées par l'information nociceptive. L'information nociceptive transportée par les différentes fibres mentionnées auparavant exige la participation des centres supérieurs du système nerveux central (encéphale et moelle épinière). Bien que les recherches dans le domaine remontent au début du siècle (Head & Holmes, 1911), le rôle du cortex dans la perception de la douleur ne fut mis en évidence

que dans les années 90 (Marchand, 1998). En effet, les dernières décennies ont été très importantes afin de connaître le rôle des différentes régions corticales dans le traitement de l'information nociceptive. Plusieurs études ont utilisé la tomographie par émission de positons (TEP) afin d'observer l'activité cérébrale en lien avec la douleur. Pour ce faire, ils ont injecté un produit radioactif afin de pouvoir mesurer l'émission des positons issus de ce produit, ce qui a permis d'observer en trois dimensions toute activité métabolique ou moléculaire du cerveau (Coghill, Talbot, Evans, Meyer, Gjedde, Bushnell & Duncan, 1994; Kenshalo & Douglas, 1995; Talbot, Marrett, Evans, Meyer, Bushnell & Duncan, 1991). Ces études ont été en mesure de confirmer la participation de quatre régions cérébrales, soit le cortex somatosensoriel primaire (S1) au niveau de la circonvolution post-centrale du lobe pariétal, le cortex somatosensoriel secondaire (S2) dans l'opercule pariétal, le cortex cingulaire antérieur (CCA) au niveau de la circonvolution du corps calleux et l'insula se situant dans le lobe du cortex insulaire (CI) dans la scissure de Sylvius. Ils ont également démontré que de façon générale, le cortex somatosensoriel primaire et secondaire contribueraient à la composante sensori-discriminative de la douleur et que les structures corticales davantage frontales, cingulées ou insulaires participeraient à la composante motivo-affective.

Latéralisation de l'information nociceptive. En 1979, basé sur des données neurologiques et psychiatriques, les chercheurs Merskey et Watson affirmaient que l'hémisphère cérébral droit était dominant pour les expériences émotionnelles et que cela pourrait aider à déterminer l'activité prépondérante du côté gauche du cerveau. Ils

attestaient donc que le traitement de la douleur était latéralisé, mais plutôt du côté gauche. Le chercheur Hall (1981) a testé l'hypothèse mise de l'avant par Merskey et Watson auprès de 264 patients et est arrivé à la conclusion que contrairement aux précédents résultats, l'information nociceptive était traitée de façon bilatérale, c'est-à-dire autant du côté droit que du côté gauche du cortex. Des recherches en imagerie cérébrale soutiennent ces affirmations en révélant une matrice de douleur distribuée dans les deux hémisphères cérébraux (Casey, 1999; Ingvar, 1999; Davis, 2000; Peyron, Laurent & Garcia-Larrea, 2000). Des études plus récentes ont été effectuées par Bingel et ses collègues (2003), ainsi que par Youell et ses collègues (2004) afin de vérifier la possibilité d'une latéralisation pour certaines régions corticales, telles que le cortex somesthésique primaire et secondaire, le cortex insulaire et une partie du gyrus cingulaire. Leurs résultats n'ont pas été concluants, car ils ont observé que chacune de ces régions était active de façon bilatérale peu importe la localisation de la stimulation.

Toutefois, des recherches cliniques et comportementales ont démontré que du côté gauche du corps, le seuil de douleur est plus bas et la perception de l'intensité de la douleur est plus grande (Lugo, Istúriz, Lara, García & Eblen-Zajjur, 2002; Sarlani, Farooq & Greenspan, 2003). Cette observation amène donc la possibilité que l'hémisphère droit joue un rôle dominant au niveau du traitement des stimuli nociceptifs. Coghill, Gilron et Iadarola (2001) ont fait une étude d'imagerie cérébrale en tomographie par émission de positons utilisant des stimuli thermiques douloureux appliqués au niveau de l'avant-bras gauche ou droit. Ils ont été en mesure d'identifier trois régions différentes qui sembleraient

plus actives au niveau de l'hémisphère droit lors de stimuli nociceptifs, mais également lors de stimuli thermiques non nociceptifs. Ces régions sont le lobule pariétal inférieur, le cortex préfrontal dorsolatéral et finalement, le cortex dorsal frontal.

Brooks, Nurmikko, Bimson, Singh et Roberts (2002) quant à eux, ont utilisé l'imagerie par résonance magnétique fonctionnelle fondée sur l'oxygénation du sang auprès de 18 participants en santé. Durant l'expérimentation, les chercheurs ont appliqué des thermodes sur la main droite, ainsi que sur la main gauche des participants et ont envoyé des stimulations non nociceptives (40°C) et nociceptives (46-49°C). Ils ont pu ainsi identifier seulement deux régions actives principalement à droite, soit le cortex insulaire antérieur et une partie du gyrus cingulaire, indépendamment du côté vers lequel l'attention était dirigée. L'étude de Symonds, Gordon, Bixby et Mande (2006) est, quant à elle, la première à avoir été en mesure d'identifier cinq régions corticales actives majoritairement à droite. Ils ont utilisé un paradigme expérimental très rigoureux dans lequel les stimuli nociceptifs étaient d'intensité égale et où les participants percevaient et évaluaient de façon similaire l'intensité des stimulations nociceptives. De plus, ils ont utilisé des stratégies analytiques sensibles à la différence d'intensité d'activation entre l'hémisphère gauche et l'hémisphère droit. Leurs résultats indiquent qu'il y a cinq régions pour lesquelles l'activité a été localisée seulement dans l'hémisphère droit, ou pour lesquelles l'activité était significativement plus intense et couvrait une plus grande région du côté droit que du côté gauche. Ces régions sont le gyrus cingulaire antérieur, le gyrus frontal médian, les gyri frontaux médian et supérieur, le gyrus frontal inférieur, ainsi que

le lobule pariétal inférieur. Étant donné les contradictions dans la littérature, il est donc pertinent de tenter de reproduire ces résultats en laboratoire et de tester des hypothèses supplémentaires.

Modulation de la douleur. Cette modulation est possible en raison d'un réseau anatomique complexe et caractéristique qui permet ultimement de traiter les stimuli nociceptifs en facilitant ou en inhibant la perception de la douleur en fonction des circonstances (Zhou, 2015). Les voies afférentes de l'influx nerveux nociceptif sont modulées par un système descendant inhibiteur, dont les relais sont le tronc cérébral, le thalamus, le cortex somatosensoriel primaire (S1) et secondaire (S2), l'insula, ainsi que le cortex cingulaire antérieur (CCA) (Tracey & Mantyh, 2007). Ce système peut être activé de façon volontaire ou automatique selon le contexte. En effet, plusieurs techniques cognitives et émotionnelles existent afin de moduler la perception de la douleur. Il y a, entre autres, l'attention qui permet de percevoir l'environnement interne, mais également externe. Bien que les ressources perceptuelles, c'est-à-dire la quantité d'informations perçues et élaborées simultanément, sont limitées, elles peuvent toutefois être orientées stratégiquement. Par exemple, il est possible d'entendre et de comprendre un individu parlant à voix basse au sein d'un environnement bruyant lorsque l'attention est portée directement vers lui. Alors, ce processus sélectif permet d'amplifier les signaux relevant de notre environnement, au détriment d'autres stimuli (Corbetta & Shulman, 2002).

Malgré le fait que la douleur soit un signal d'alerte qui attire généralement notre attention, il est possible d'orienter intentionnellement l'attention ailleurs afin de moduler cette sensation. Par conséquent, les ressources cognitives et perceptuelles qui sont attribuables à un stimulus nociceptif peuvent être limitées si l'attention est dirigée vers une source de distraction. Plusieurs expériences scientifiques ont exploré ce phénomène et ont été en mesure de démontrer qu'un effort cognitif, tel que le calcul, un exercice mnésique ou la concentration sur une modalité sensorielle différente avait comme impact de diminuer l'activité dans les aires afférentes de la douleur et d'augmenter également l'intensité des interactions entre les aires du système de contrôle descendant de la douleur (CCA, thalamus, matière grise périaqueducale). Ce qui a eu pour résultat de diminuer l'intensité ressentie de la douleur (Bantick, Wise, Ploghaus, Clare, Smith & Tracey, 2002; Valet, Sprenger, Boecker, Willoch, Rummeny, Conrad & Tolle, 2004).

La modulation des attentes est également une façon de moduler la perception de la douleur ressentie. Par exemple, lorsqu'un individu est préalablement averti de la survenue d'un stimulus douloureux, la majorité des régions cérébrales afférentes (SI, CCA, insula, thalamus, matière grise périaqueducale) présentent déjà une augmentation de l'activité en comparaison à une phase de repos (Ploghaus, Tracey, Gati, Clare, Menon, Matthews & Rawlins, 1999). Par ailleurs, les attentes par rapport à l'intensité même du stimulus nociceptif ont une influence sur la perception subjective qui en résulte. Ainsi, une stimulation de même intensité peut être perçue plus intense si elle est attendue comme une forte douleur plutôt qu'une douleur plus faible. Lors de la stimulation, l'activité cérébrale

va refléter une activité semblable à celle provoquée par une douleur considérée comme forte (Koyama, McHaffie, Laurienti & Coghill, 2005). De ce fait, l'anxiété provoquée par l'anticipation semble avoir un rôle important dans l'hyperalgésie qui en résulte et l'hippocampe (structure du système limbique) pourrait être responsable de cette modulation selon Ploghaus et ses collègues (2001).

De même, le sens donné à la sensation de douleur ressentie peut aussi permettre une certaine modulation de cette dernière. Effectivement, si un individu a le sentiment que la douleur qu'il ressent est gérable ou contrôlable, ceci peut grandement modifier sa perception. Selon Salomons et ses collègues (2007), donner la possibilité aux participants d'arrêter un stimulus douloureux ou donner l'illusion d'avoir ce contrôle fera en sorte que la douleur sera ressentie de façon moins importante comparativement à un contexte n'offrant pas cette opportunité. Lors de cette expérience, les chercheurs ont observé une diminution de l'activité des aires afférentes de la perception de la douleur (insula, S2 et CCA) ainsi qu'une augmentation de l'activité du cortex préfrontal ventrolatéral. L'hypothèse pouvant expliquer ce phénomène impliquerait que la possibilité de contrôler ou de cesser le stimulus permettrait de modifier la représentation de dangerosité de celui-ci (Wiech, Ploner & Tracey, 2008). Ainsi, le sens global donné à la douleur ressentie serait également modifié.

Enfin, plusieurs formes de modulation de l'humeur ont été utilisées afin d'étudier l'effet de l'humeur sur la perception de la douleur. Par exemple, il a été demandé aux

individus de penser à des souvenirs heureux ou tristes, à des films, des photos, des odeurs particulières, de la musique, etc. Loggia et ses collègues (2008) ont observé qu'une humeur positive produisait une sensation de douleur moins désagréable contrairement à une humeur triste. Les recherches dans le domaine ont permis de distinguer les effets de l'humeur de ceux de la distraction en mettant en évidence des circuits neuronaux complètement différents (Villemure & Bushnell, 2009). Ils ont observé que la modulation émotionnelle de la douleur implique le cortex préfrontal ventrolatéral, une région qui est également impliquée dans l'interprétation de la douleur.

Mesurer la douleur

Puisque l'évaluation de la douleur est souvent inadéquate en raison de sa complexité, il est important de comprendre sur quoi se base principalement cette évaluation. Il y a d'abord deux principes de base qui régissent la façon dont on mesure la douleur. Le premier stipule que le patient est la seule autorité compétente afin d'évaluer adéquatement sa douleur. Le second affirme qu'il faut évaluer la douleur sur la personne totale et non pas comme étant dissociée des autres aspects de la vie, tels l'humeur, la qualité de vie ou les capacités physiques (Marchand, 1998). Ultimement, mesurer la douleur consiste à quantifier le plus adéquatement possible le rapport subjectif d'une perception. Par conséquent, plusieurs outils ont été développés afin de parvenir à mesurer le plus précisément possible la sensation subjective de la douleur. Il y a d'une part les mesures psychophysiques qui nous permettent en quelque sorte d'apprécier la subjectivité de la douleur ressentie par un individu en l'objectivant. Il y a ensuite les mesures dites

physiologiques de la douleur qui permettent également d'avoir une évaluation davantage objective, mais qui reflète surtout l'activité nociceptive et pas nécessairement la sensation subjective de la douleur. Puis, il existe aussi les échelles de mesure de la douleur qui comportent plusieurs caractéristiques intéressantes qui les rendent plus utiles dans certaines conditions cliniques et celles-ci présentent plus ou moins de sensibilité face aux changements. Ces différentes mesures seront davantage détaillées dans les prochaines sections.

Mesures psychophysiques. La psychophysique est une science permettant d'objectiver la mesure des perceptions sensorielles. Ses fondements se basent sur les lois développées par Müller et Weber dans les années 1960. Selon Price (1999), les mesures psychophysiques peuvent être divisées en cinq différentes approches, soit la détection du seuil de douleur, la détection du seuil de tolérance, la discrimination entre deux stimuli nociceptifs, l'utilisation d'échelles numériques ou verbales afin d'évaluer la douleur et finalement, l'utilisation d'échelles visuelles analogiques (VAS).

Wolff (1978) définit le seuil de douleur comme étant l'intensité d'un stimulus nécessaire afin de produire une sensation perçue comme douloureuse par un individu. Une stimulation inférieure ne sera pas perçue, quant à elle, comme étant douloureuse. De façon générale, le seuil de douleur est universel, se situant entre 42,7 °C et 45,7 °C avec une moyenne de 44,5 °C pour des stimulations thermiques (Hall, 1981). Fait intéressant, ces valeurs ont été observées autant chez les primates que chez l'être humain (Hardy & Wolff,

1952). Pour ce qui est du seuil de tolérance, il fait référence à une stimulation d'intensité suffisante pour que le participant souhaite qu'elle se termine immédiatement (Wolff, 1978). La façon dont on mesure le seuil de tolérance se rapproche davantage des douleurs cliniques en raison de ses qualités toniques (douleur continue qui ressemble à une douleur chronique) plutôt que phasiques (douleur brève ressemblant à une douleur expérimentale), comme pour le seuil de douleur. Le seuil de tolérance est influencé, entre autres, par les manipulations motivationnelles. D'ailleurs, la répétition de la stimulation nociceptive a tendance à augmenter ce seuil (Chapman, Casey, Dubner, Foley, Gracely & Reading, 1985). Ceci démontre en quelque sorte qu'il y a une importante composante affective dans la perception du seuil de tolérance.

Mesures physiologiques. Parmi les outils permettant d'objectiver l'évaluation de la douleur, il existe des approches dites physiologiques qui mesurent davantage l'activité nociceptive et pas nécessairement la douleur. Par exemple, des méthodes électrophysiologiques telles que l'enregistrement de l'activité électrique des muscles, l'électromyographie ou le réflexe nociceptif et l'enregistrement de l'activité cérébrale (potentiels évoqués) font partie de ces approches. Notamment, l'électroencéphalogramme (EEG) est un outil permettant d'amplifier l'activité électrique qui est générée par les neurones. Il mesure donc l'activité neuronale globale et continue du cerveau, et ce, grâce à plusieurs électrodes installées à la surface du cuir chevelu. Cette activité est par la suite enregistrée par un ordinateur afin de pouvoir l'analyser. On considère les différentes oscillations de l'EEG comme la somme de plusieurs oscillations qui sont produites par

des assemblées neuronales, chacune se superposant afin de produire un tracé global qui sera enregistré. Ce tracé permet d'analyser deux caractéristiques que les ondes sonores possèdent également : la fréquence d'oscillation et son amplitude. De plus, l'EEG offre une excellente résolution temporelle à un coût qui est beaucoup moins élevé que l'imagerie par résonance magnétique (IRM) ou encore, le PET scan. Sa résolution spatiale reste toutefois pauvre en comparaison. Cependant, il permet d'obtenir des cartographies cérébrales utilisant les potentiels évoqués nous permettant ainsi d'observer l'activité cérébrale en réponse à des stimuli particuliers (image, mot, stimulation tactile, douleur, etc.).

Les potentiels évoqués (PEs) sont observés sous forme d'ondes s'illustrant par une séquence de déviations positives et négatives appelées pic, vague, ou encore composante. Les PEs possèdent trois principales composantes, soit l'amplitude permettant d'observer la grandeur de l'onde, la latence qui démontre l'intervalle de temps entre la stimulation et la réaction, et finalement, la polarité qui est la différence entre les pôles d'une composante électrique. Les lettres P et N indiquent l'aspect positif ou négatif de la composante et les chiffres indiquent leur emplacement dans l'onde en termes de temps (Sitnikova, Kuperberg & Holcomb, 2003). Il existe de nombreux facteurs qui ont une influence sur les formes d'onde, tels que l'emplacement et l'orientation des électrodes, l'âge de l'individu, la consommation de drogue, les psychopathologies, la personnalité, etc. (Gazzaniga, Ivry & Mangun, 2000). Les différents potentiels évoqués (auditifs, visuels, tactiles, somatosensoriels, laser...) sont composés d'une série d'ondes négatives et

positives (N1, P2, etc.) qui reflètent l'activité des régions sensorielles du cortex cérébral. Par exemple, l'onde P300 est observée dans plusieurs tâches cognitives où l'individu doit détecter des stimuli cibles parmi plusieurs stimuli distracteurs (tâche de *oddball*). Dans le cadre de cet essai doctoral, deux composantes des potentiels évoqués somesthésiques ont été ciblées, soit la composante N100 qui représente l'activité du cortex somesthésique secondaire (S2), ainsi que la composante P260 qui reflète principalement l'activité dans la partie antérieure du cortex cingulaire (Goffaux, Redmond, Rainville & Marchand, 2007).

Échelles de mesure de la douleur. Par ailleurs, plusieurs échelles ont été développées afin d'évaluer la douleur par le biais de l'individu même. Les plus populaires sont les échelles verbales et numériques, les échelles analogiques, les échelles descriptives et les échelles de visage. Les échelles verbales et numériques sont des outils très répandues en clinique en raison de leur facilité d'utilisation. Leur principal avantage est de pouvoir mesurer des composantes particulières, telles que le seuil de douleur ou le seuil de tolérance. Ces échelles peuvent être sous-divisées en deux types d'échelles : les échelles nominales et ordinales et les échelles de rapport (Marchand, 1998). Les échelles nominales et ordinales sont populaires dans les études cliniques, mais ne permettent pas d'apprécier en pourcentage la différence entre le choix de deux termes de l'échelle (Heft & Parker, 1984). Par ailleurs, leur précision est limitée par le nombre de descripteurs ou de chiffres utilisés dans l'élaboration de l'échelle. Alors, si l'échelle comporte des descripteurs

imprécis, des changements sensibles intervenant dans les composantes de la douleur peuvent être échappés.

L'échelle de rapport, quant à elle, s'avère très différente, puisqu'elle permet une évaluation des stimuli ajustée à la perception de l'individu. De même, cette échelle est associée à la fonction de puissance de la loi de Fechner (Stevens, 2017), ce qui implique qu'elle se compose d'intervalles perceptuels ajustés pour les différentes intensités de stimuli. Par conséquent, il est possible de comparer le pourcentage de changement entre deux perceptions, ce qui n'est pas possible avec les échelles verbales de catégories. Elle est donc efficace afin de mesurer l'intensité, ainsi que l'aspect désagréable associé à la douleur (Marchand & Arseneault, 2002).

Par la suite, d'autres échelles sont disponibles afin d'évaluer la douleur, comme les échelles analogiques. Ces dernières sont élaborées par pairage intermodalité, ce qui signifie que la perception de la douleur est traduite par une référence sensorielle (l'intensité d'un son, longueur d'une ligne, chiffre, etc.). Ces échelles sont par définition des échelles de rapport. Elles présentent toutefois des limites. En effet, dans le cas d'une échelle usant la longueur d'une ligne comme mesure de la douleur, l'existence de limites supérieures peut produire un effet plafond. Lorsque le participant utilise l'extrémité supérieure de la ligne, même si la douleur suivante est perçue comme étant plus intense, il ne peut indiquer une valeur plus élevée sur la ligne. Ceci peut donc engendrer un effet

de « tendance centrale » si les participants évitent d'utiliser les valeurs extrêmes (Price, 1999).

L'autre type d'échelle largement utilisé en clinique, mais également en recherche en raison de sa facilité d'utilisation, est l'échelle visuelle analogique (EVA). Elle utilise la longueur d'une ligne non graduée comme modalité sensorielle de référence. Elle a d'ailleurs été validée comme étant une échelle de ratio (Price, McGrath, Rafii & Buckingham, 1983). Selon Price (1988), les EVAs les plus efficaces sont celles qui utilisent de bons descripteurs afin de différencier les extrêmes et qui mesurent entre 10 et 15 cm. Il est d'ailleurs important de donner efficacement les instructions lors de l'utilisation de cette échelle, puisqu'elles sont extrêmement importantes afin d'obtenir une mesure fiable.

Enfin, les échelles descriptives, comme pour les échelles verbales, utilisent des listes d'adjectifs afin de qualifier la douleur ressentie. Toutefois, dans ce cas-ci, le participant doit évaluer l'intensité avec laquelle le descripteur choisi parvient à décrire adéquatement sa douleur. Son principal avantage est de fournir une liste de descripteurs pouvant faciliter l'évaluation de la douleur. Or, elles sont très peu utilisées en raison du temps requis pour faire la mesure. Pour ce qui est des échelles de visages, elles sont davantage utilisées auprès de population ayant des difficultés de communication comme de très jeunes enfants ou encore des personnes souffrant de déficits cognitifs importants. Ces échelles utilisent

donc une série de dessins arborant différents visages avec des expressions graduées de douleur.

Latéralisation cérébrale et dominance manuelle

De nombreuses études se sont intéressées au fonctionnement neurologique et à l'activation cérébrale suite à la présentation de différents types de stimuli. Parmi celles-ci, plusieurs ont tenté de démontrer que le traitement de l'information douloureuse se faisait principalement dans l'un des deux hémisphères cérébraux. Or, la communauté scientifique n'a pas été en mesure de démontrer une convergence des données, puisque les résultats des différentes études se contredisent. De plus, peu d'études se sont intéressées à l'influence de la dominance dans le traitement de la douleur. Par conséquent, les prochaines sections de cet essai aborderont le principe de latéralisation, ainsi que celui de la dominance dans le contexte de la nociception.

Définition de la latéralisation cérébrale

Le principe de latéralisation fut mentionné une première fois dans les travaux de Paul Broca et réfère au caractère préférentiel du traitement de certaines fonctions cognitives prises en charge par l'un ou l'autre des hémisphères. Elle désigne donc les processus autant évolutifs, développementaux que d'acquisition, qui entraînent une prévalence ou une spécialisation dite hémisphérique d'une fonction cognitive en particulier (Lechevalier, Eustache & Viader, 2008).

Au sein des différentes études portant sur la dominance cérébrale, il est possible de distinguer trois types d'asymétrie cérébrale. Il y a d'abord l'asymétrie anatomique qui réfère aux différences macroscopiques (morphologie) et microscopiques (structures neuronales) des hémisphères cérébraux. Il existe ensuite l'asymétrie dite fonctionnelle puisqu'elle concerne l'aspect cognitif du système nerveux comprenant le langage, l'attention, les sensations ou encore la motricité. Finalement, il y a la préférence manuelle qui désigne la tendance d'un individu à utiliser une main plutôt que l'autre. Cette préférence manuelle se retrouve dans plusieurs domaines sensori-moteurs, mais également pour d'autres modalités. Dans la prochaine section sera donc abordé de façon plus détaillée le concept de dominance.

Définition de la dominance manuelle

Tel que mentionné ci-haut, la préférence manuelle réfère directement au concept de dominance, c'est-à-dire la tendance à utiliser préférentiellement l'une ou l'autre des deux mains lors de tâches de dextérité fine et lors de préhensions au quotidien (Harris, Nagy & Vardaxis, 2014). Il s'agit en fait du terme scientifique pour les termes habituels de « droitier », « gaucher », « ambidextre » (individu autant habile avec les deux mains) et « ambimane » (individu qui utilise une main pour certaines activités et l'autre main pour les autres) (Paoletti, 1999). D'ailleurs, le fait d'utiliser de façon préférentielle l'une des deux mains est une des manifestations les plus représentatives du concept de latéralisation du système nerveux central (Guadalupe, Willems, Zwiers, Arias Vasquez, Hoogman, Hagoort & Fisher, 2014). C'est une des principales raisons qui a motivé de nombreux

chercheurs à étudier ce phénomène en profondeur, que ce soit dans le contexte de pathologies, telles que la maladie d'Alzheimer ou des processus cognitifs normaux (attention, processus visuospatial, reconnaissance faciale, langage, etc.).

Par exemple, il fut longtemps admis que le langage n'est pas traité également par les deux hémisphères cérébraux. Les principales zones du langage sont effectivement situées dans l'hémisphère gauche, soit au niveau du lobe frontal et temporal pour ce qui est des aires de Broca et de Wernicke responsables de la production et de la compréhension du langage, respectivement. Malgré le fait que certaines fonctions spécifiques en lien avec les aspects musicaux de la parole (rythme, prosodie) soient plutôt traitées par l'hémisphère droit, l'hémisphère gauche a tendance à monopoliser tous les autres aspects du langage (traitement des unités phonétiques, syntaxe, sens du mot). Cette découverte fut d'ailleurs possible grâce au test de Wada (neurologue japonais) qui consiste à anesthésier un hémisphère cérébral à la fois avant d'encourager une interaction verbale avec le patient. Dans la majorité des cas, les patients perdaient la capacité de parler lorsque leur hémisphère gauche était désactivé. Toutefois, cet effet n'était pas observable chez une minorité d'individus où l'hémisphère droit semblait aux commandes. Les chercheurs se sont alors aperçus que ces participants avaient un point en commun : ils étaient pratiquement tous gauchers. C'est la raison principale pour laquelle les études en neuroimagerie étudient majoritairement que des individus droitiers, puisque certains gauchers présenteraient une organisation cérébrale dite atypique. Notamment, le chercheur Knecht et ses collègues (2000) ont observé une activité bilatérale ainsi qu'une activité significative au niveau de l'hémisphère droit quant à la

latéralisation du langage chez les gauchers contrairement aux droitiers. Cela implique donc que des mécanismes liés au développement affectant la dominance hémisphérique pour le traitement du langage chevauchent, dans une certaine mesure, ceux influençant le contrôle moteur des mains. Dans ce même ordre d'idées, plusieurs études ont démontré que l'hémisphère gauche est dominant pour le langage, et ce, dans 95% des cas (CERI, 2007). Une préférence manuelle droite peut donc être corrélée à une latéralité motrice gauche, et inversement.

Toutefois, une question demeurait : le 10% de gauchers de la population représente-t-il également 10% des individus possédant une latéralisation cérébrale à droite du langage? C'est sur quoi le chercheur Mazoyer et ses collègues (2014) du Groupe d'imagerie neurofonctionnelle se sont penchés. Ils ont donc recruté 297 participants, dont 153 gauchers et ont investigué la latéralisation du langage autant chez les droitiers que les gauchers grâce à l'utilisation d'une IRM fonctionnelle. Lors de la procédure expérimentale, ils ont demandé aux participants d'effectuer plusieurs tâches de langage lors de l'IRMf. Ils ont ainsi obtenu trois types de latéralisation à partir des images obtenues. Le premier étant « typique » avec l'hémisphère gauche traitant l'information de façon dominante (présent chez 88% des droitiers et 78% des gauchers). Le second type dénommé « ambilatéral » démontre qu'aucun des hémisphères ne semble dominant (présent chez 12% des droitiers et 15% des gauchers). Finalement, le type « très atypique » où l'hémisphère droit est dominant (présent seulement chez 7% des gauchers). Ces derniers ont donc conclu que la distribution tend à démontrer que la concordance entre

l'hémisphère dominant pour la préférence manuelle et celui pour le langage semble se faire au hasard, hormis un faible pourcentage de la population (moins de 1%) pour lequel l'hémisphère droit est dominant tant pour la main que pour le langage. Par conséquent, il semble impossible de déterminer quel hémisphère est dominant en se basant uniquement sur la préférence manuelle d'un individu.

En raison de ces différences au niveau du traitement cortical de certaines informations qui demeurent encore aujourd'hui nébuleuses pour la communauté scientifique, il est donc pertinent de se questionner sur le traitement nociceptif chez les individus gauchers. En effet, il ne semble pas avoir de consensus établi sur le niveau de participation de chacun des hémisphères cérébraux quant au traitement de l'information nociceptive. D'ailleurs, aucune étude ne s'est réellement penchée sur la latéralisation de la douleur chez les gauchers comparativement aux individus droitiers. De plus, la façon dont les différents domaines de latéralisation sont liés les uns aux autres est toujours mal comprise aujourd'hui (Guadalupe et al., 2014), ce qui supporte d'autant plus la continuation de la recherche dans le domaine.

Attention

La première section propose une définition de l'attention en tant que fonction cognitive et ses différents types. Par la suite, la façon dont l'attention permet de moduler la douleur sera abordée et détaillée selon la littérature scientifique. Finalement, un lien sera fait entre les différentes composantes des potentiels évoqués somesthésiques et la modulation attentionnelle à la douleur.

Définition

Puisque la douleur sert principalement de système d'alarme afin de protéger l'organisme, elle module évidemment d'autres aspects du système, tels l'attention. En effet, cette capacité cognitive permet d'amplifier certains signaux importants au détriment d'autres considérés moins pertinents. En ce sens, la douleur est interprétée généralement comme étant un signal d'alerte, ce qui attire inévitablement l'attention.

Selon l'Association des neuropsychologues du Québec (2018), l'attention est une fonction cognitive importante et complexe faisant référence à la capacité à être alerte face à son environnement ainsi qu'à maintenir son attention sur une longue période de temps, selon le contexte. Elle fait également référence à la capacité à se concentrer lors de certaines tâches tout en ignorant les distractions autour ou à diviser son attention en plusieurs tâches à la fois. Au sein de cette définition, il y a, en réalité, plusieurs types d'attention différents. Il y a d'abord l'attention dite soutenue qui consiste en la capacité à maintenir un niveau de concentration continu sur une longue période de temps. Il y a ensuite l'attention divisée où l'individu prête attention à plusieurs stimuli ou activités simultanément (ex. écouter un professeur tout en prenant des notes). Finalement, il y a l'attention sélective qui fait référence à la capacité d'une personne à sélectionner une stimulation en particulier parmi plusieurs stimuli distractifs.

Dans le cadre de cet essai doctoral, l'emphase est mise davantage sur l'attention sélective, puisqu'elle est l'une des fonctions cognitives les plus atteintes par le processus

de douleur. C'est pourquoi la prochaine section traitera de la modulation de l'attention lorsque des stimulations nociceptives sont traitées par le cerveau, ainsi que des différentes composantes des potentiels évoqués en lien avec l'attention et la douleur.

Modulation attentionnelle à la douleur

Il a été démontré maintes fois que l'attention portée à des stimulations nociceptives augmentait la perception de la douleur, tandis que porter attention à un distracteur pouvait la diminuer (Legrain, 2008). Par exemple, tel que cité dans la revue de Legrain (2008), de nombreuses études comportementales ont montré que porter son attention sur d'autres modalités sensorielles ou sur une autre région corporelle que la région stimulée (attention sélective), permettait de diminuer la sensation de douleur ressentie (Spence, Bentley, Phillips, McGlone & Jones, 2002; Van Damme, Crombez & Eccleston, 2002). Ceci permet donc de biaiser le traitement nociceptif dans les régions somatosensorielles (contrôle attentionnel descendant - *top-down*). D'un autre côté, il y a d'autres mécanismes permettant à l'attention d'être capturée par la douleur dans le but de traiter l'origine de la douleur (contrôle attentionnel ascendant - *bottom-up*). Théoriquement, la modulation attentionnelle à la douleur peut être expliquée, entre autres, par les théories provenant des sciences cognitives.

Ces théories postulent que nos capacités mentales de réaction face à notre environnement sont apparentées à un système de traitement de l'information. Sous cet angle, la nociception est un ensemble de processus qui permettent de transformer un signal

nociceptif en une sensation douloureuse. Or, puisque notre système de traitement de l'information est un système dont les capacités sont limitées, nous sommes dans l'incapacité de traiter tous les signaux qui proviennent de notre environnement. Conséquemment, le traitement de l'information douloureuse entre en compétition avec d'autres traitements tels que tactiles, visuels, auditifs, etc. Ce serait l'attention qui permettrait de gérer cette compétition engendrée par un système limité, et donnerait la priorité à certains traitements en inhibant ceux considérés moins prioritaires. Dans ce même ordre d'idée, si on modifie l'attention portée à une stimulation douloureuse, on aurait la capacité d'affecter la sensation subjective de douleur en dégradant son traitement (Leventhal & Everhart, 1979). Les expériences comportementales, électrophysiologiques et d'imagerie fonctionnelle réalisées tendent à confirmer que la douleur est une expérience effectivement complexe et qu'elle s'associe à un versant sensoriel des dimensions cognitives ainsi qu'affectives. Par conséquent, l'expérience douloureuse subjective semble dépendre, en quelque sorte, des interactions entre ces trois différents axes. De plus, leur étude leur a permis d'observer que l'attention dirigée vers la douleur augmente également l'intensité ressentie et le niveau de désagrément. Les mécanismes qui sous-tendent ce phénomène semblent impliquer une augmentation du signal dans l'aire somatosensorielle primaire et secondaire ainsi qu'une facilitation du traitement perceptif par des phénomènes *top-down*. Par ailleurs, ils ont également observé que l'attention dirigée ailleurs que sur la stimulation douloureuse diminue celle-ci, et selon ces chercheurs, pourrait participer à l'effet antalgique des techniques fondées sur la relaxation et sur l'hypnose.

De même, une autre étude a observé que la modification de la direction de l'attention dans l'espace corporel permet d'obtenir une modulation attentionnelle précoce (Legrain, Guérit, 2002). Les résultats de cette étude démontrent que les potentiels évoqués nociceptifs (lasers) sont de plus grande amplitude lorsque l'attention est portée sur la main stimulée que lorsqu'elle est dirigée sur l'autre main. Ils sont d'ailleurs produits grâce aux voies de la sensibilité thermique et de la douleur des fibres nerveuses nociceptives (A δ et C). Bref, les résultats obtenus à cette étude soutiennent que l'activité électrique des régions somatosensorielles peut être modulée par la direction de l'attention (attention spatiale). Par conséquent, l'attention sélective permettrait de modifier le traitement de la douleur en altérant l'activité du système nerveux central.

Composantes EEG et modulation attentionnelle à la douleur

Il est d'ailleurs important de prendre en considération que jusqu'à présent, peu d'études ont tenté de lier les différentes composantes des potentiels évoqués à des processus cérébraux nociceptifs précis. Il fut admis que les potentiels évoqués suscités par l'activation des fibres nociceptives comportent, entre autres, deux composantes principales, soit N200 (N2) et P260 (P2). La composante N200 est une déviation négative du potentiel évoqué qui atteint un niveau maximal à 200 millisecondes après la présentation d'un stimulus. La composante P200 est, quant à elle, une déviation positive atteignant un niveau maximal autour de 100-250 millisecondes après la stimulation. Des évidences récentes suggèrent que les composantes N2 et P2 reflètent en quelque sorte les comportements de recherche de sensation d'un individu (Sur & Sinha, 2009). Par ailleurs,

bien qu'elles soient nécessairement évoquées par des stimuli douloureux, elles sont néanmoins modulées par des facteurs extrinsèque (l'intensité) et intrinsèque (l'attention) selon les sujets exposés et le contexte expérimental (Legrain et al., 2002). Puisque peu d'études se sont intéressées aux composantes des PES associés aux processus cérébraux nociceptifs, en plus des lacunes scientifiques concernant les individus à préférence manuelle gauche, cet essai doctoral aura pour objectif principal d'explorer davantage ces aspects longtemps négligés.

Chapitre I

La latéralisation de la douleur chez les gauchers et les droitiers : une étude électrophysiologique

Introduction

Encore récemment, la douleur était considérée comme un symptôme relativement normal, voire comme un aspect précieux pour le diagnostic ainsi que pour le suivi évolutif de la maladie. Certains individus allaient même jusqu'à préconiser la douleur. Or, de façon progressive, elle est devenue inacceptable dans notre compréhension médicale. Ce changement de mentalité au sein des professionnels de la santé a permis de considérer la douleur, telle qu'elle est, soit un signal d'alarme auquel nous devons répondre. Il est donc important de constamment bonifier notre compréhension du processus de douleur afin d'intervenir de façon plus adéquate auprès des personnes en souffrant. Le premier point d'intérêt de cette étude doctorale concerne le principe de latéralisation de la douleur. En effet, dans la littérature, il existe toujours des contradictions concernant la latéralisation de l'information nociceptive. Au départ, Merskey et Watson (1979) observaient une latéralisation principalement au niveau de l'hémisphère gauche. Or, parallèlement, d'autres chercheurs ont observé une activité plutôt bilatérale (Casey, 1999; Ingvar, 1999; Davis, 2000; Peyron et al., 2000). Finalement, les études plus récentes dans le domaine mentionnent une activité nociceptive qui serait prédominante au niveau de l'hémisphère droit (Bingel et al., 2003; Youell et al., 2004; Coghill et al., 2001). Cet aspect de latéralisation de la douleur sera d'abord exploré, mais en considérant le facteur dominance qui pourrait avoir un impact significatif sur ce dernier. En effet, il est déjà admis que

certaines gauchers présenteraient une organisation cérébrale complètement inversée de celle des droitiers, notamment en ce qui a trait au langage (Knecht et al., 2000).

Considérant le peu d'études s'intéressant à la différence entre les gauchers et les droitiers dans le traitement de l'information nociceptive, cet essai doctoral tentera de répondre à cette lacune en explorant ce volet peu approfondi. De plus, l'attention est une fonction cognitive significativement impactée lorsqu'une douleur est ressentie, mais peut servir comme stratégie intéressante afin de diminuer ultimement la perception subjective de la douleur. Effectivement, le chercheur Legrain et ses collègues (2008) ont observé que porter attention à des stimulations nociceptives augmentait la perception de la douleur et qu'inversement, être distrait permettait de diminuer cette sensation. Or, la majorité des études dans le domaine ont soit été faites auprès de populations majoritairement droitrières, ou bien, elles ne considéraient pas la dominance des participants, engendrant encore une fois une lacune dans la littérature en ce qui a trait aux différences entre les gauchers et les droitiers. À cet effet, cette présente étude s'intéressera particulièrement à la modulation attentionnelle à la douleur en considérant, encore une fois, l'impact du facteur dominance.

Méthodes

Participants

Concernant les participants, 34 individus ont été recrutés, dont 17 droitiers (9 hommes et 8 femmes; moyenne \pm ET: 27.2 \pm 8.1ans) et 17 gauchers (8 hommes et 9 femmes; moyenne \pm ET: 26.1 \pm 6.0 ans) âgés entre 18 et 50 ans en santé. La majorité des

participants étaient étudiants à l'Université du Québec à Trois-Rivières, seulement cinq personnes ne l'étaient pas. Pour participer, les individus ne devaient pas souffrir de douleur aiguë ou chronique, de troubles psychiatriques (ex.: dépression), ou neurologiques (ex.: épilepsie) et de maladies chroniques. Ces critères sont ceux habituellement acceptés pour de telles études en douleur. Les participants ont été recrutés de manière volontaire par le biais d'affiches informatives placées à plusieurs endroits différents sur le campus de l'université de Trois-Rivières, ainsi que par les réseaux sociaux disponibles.

Instruments de mesure

Questionnaires psychologiques. Trois questionnaires psychologiques différents ont été remplis par chacun des participants avant l'expérimentation dans le but de contrôler l'aspect affectif pouvant avoir une influence non négligeable sur les données recueillies. Il est toutefois important de mentionner qu'aucun participant n'a été retiré de l'étude en raison des scores obtenus à l'un ou l'autre de ces questionnaires.

Le premier questionnaire administré était l'Échelle de contrôle attentionnel (Derryberry & Reed, 2002). Ce dernier comporte 20 items reflétant divers symptômes anxieux et dépressifs en lien avec la tendance à privilégier les informations négatives et menaçantes de l'environnement. Il a été conçu afin d'évaluer précisément deux processus distincts, soit la difficulté à inhiber les informations émotionnelles et l'incapacité à déplacer son attention sur une autre information de l'environnement. En ce sens, les participants devaient spécifier à chaque item si ce dernier correspondait ou non à leur vécu

selon une échelle de type Likert allant de 1 (Presque jamais) à 4 (Toujours). Le score final peut donc varier entre 20 et 80 points. Le second questionnaire utilisé était celui de la Vigilance par rapport à la Douleur (McCracken, 1997). C'est également un questionnaire auto-administré de 16 items mesurant l'attention portée à la douleur. Il évalue spécifiquement la perception, la conscience ainsi que la vigilance à la douleur. Chaque item doit être évalué sur une échelle de type Likert variant entre 0 (Jamais) à 5 (Tout le temps). Le score total varie entre 0 (aucune vigilance par rapport à la douleur) et 80 points (grande vigilance face à la douleur). Finalement, le dernier questionnaire utilisé était le questionnaire auto-rapporté de l'Évaluation de la pensée catastrophique (PCS-CF). C'est un instrument comportant 13 items différents évaluant la pensée catastrophique d'un patient. Les individus devaient réfléchir à leurs expériences de douleur passées et indiquer à quel point ils ont expérimenté chacune des 13 pensées ou émotions décrites lors de leur expérience de douleur sur une échelle de type Likert allant de 0 (Pas du tout) à 4 (Tout le temps). De ce questionnaire ressort un score total qui varie entre 0 et 52, mais également trois scores des sous-échelles évaluant la rumination, l'amplification et l'impuissance (Sullivan, Bishop & Pivik, 1995).

Dominance manuelle. Les participants ont dû remplir un court questionnaire permettant d'identifier leur dominance, soit le *Edinburgh Handedness Inventory* (Oldfield, 1971). Ce dernier comportait 10 courts items où l'individu devait indiquer sa préférence manuelle pour chacune des activités en inscrivant un signe plus (+) dans la colonne appropriée. Dans le cas où la préférence est si forte et que l'individu utilise l'autre

main seulement lorsqu'il y est absolument forcé, il devait inscrire deux signes plus (++) dans la colonne. Si l'individu utilise indifféremment l'une ou l'autre main, il devait inscrire un signe plus dans chacune des colonnes (voir Appendice B). Un signe plus est équivalent à 1 et deux signes plus sont équivalents à 2. Pour chaque participant, il était nécessaire de calculer un quotient de latéralité (L.Q.) afin de déterminer la dominance. Le calcul consistait en la différence entre la sommation de la colonne de droite et celle de gauche, divisé par la somme des sommations des deux colonnes, multiplié par 100. Les scores variaient entre -100 et 100. Un score se rapprochant de 100 signifiait une tendance à être droitier, tandis qu'un score se rapprochant de -100 signifiait une tendance à être gaucher. Un individu qui s'approchait de la valeur 0 était considéré comme étant ambidextre (Oldfield, 1971). Les valeurs utilisées afin de déterminer la dominance des individus ont été déterminées de façon arbitraire. Pour des valeurs de 60 et plus, les participants ont été considérés comme étant préférentiellement droitiers, et pour des valeurs de -60 et moins, les participants ont été considérés comme étant préférentiellement gauchers. Il a été préalablement convenu de minimiser l'ambiguïté en utilisant ces valeurs arbitraires qui s'avèrent être les deux extrêmes de la courbe de distribution obtenue par Oldfield (1971).

Perception de la douleur. La perception de la douleur a été mesurée pour chaque stimulus douloureux en utilisant une échelle visuelle analogique validée (Ladouceur, Tessier, Provencher, Rainville & Piché, 2012) allant de 0 (pas de douleur) à 100 (douleur

maximale imaginable). Cette échelle a été présentée sur un écran installé devant le participant (voir Figure 2).

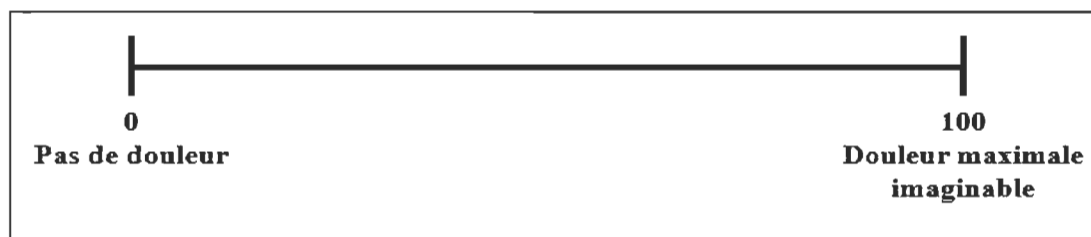


Figure 2. Échelle visuelle analogique (VAS).

Attention. Comme indice de l'attention portée aux stimuli, les participants ont pesé sur une pédale placée à leurs pieds à chaque fois qu'un stimulus nociceptif était présenté, nonobstant l'endroit de la stimulation. Le temps de réaction a été mesuré de façon automatique par le biais du logiciel E-Prime.

Activité cérébrale. L'activité cérébrale a été mesurée à l'aide d'un électroencéphalogramme (EEG) avec un système BrainAmp *BrainAmp* à 64 électrodes Ag-AgCl placées sur le scalp selon le système international 10-20. L'impédance des électrodes était conservée en dessous de 10 k Ω . Les artefacts oculaires ont été contrôlés grâce à des électrodes placées au niveau de l'arête sous-orbitale (électro-oculogramme vertical, vEOG) et au niveau du canthus oculaire externe (électro-oculogramme horizontal, hEOG) de l'œil droit. Les signaux EEG et EOG ont été amplifiés avec une bande passante allant de 0.01 à 100 Hz et ils ont été numérisés à 500Hz (Rustamov,

Rodriguez-Raecke, Timm, Agrawal, Dressler, Schrader & Wittfoth, 2013). Ultimement, l'électroencéphalogramme a donc permis d'obtenir des potentiels évoqués somesthésiques.

De ces potentiels évoqués, par la stimulation nociceptive sur la main, quatre composantes distinctes ont été mesurées, soit la P45, la N100, la N150 et la P260 au niveau de l'électrode Cz. La composante P45 reflète l'activité du cortex somesthésique primaire et est généralement insensible à l'intensité de la stimulation ou de la douleur perçue. D'autre part, les composantes N100, N150 et P260 tendent à augmenter proportionnellement à l'intensité de la douleur. La composante N100 reflète l'activité du cortex somesthésique secondaire, tandis que la composante N150 reflète l'activité du cortex insulaire et du cortex cingulaire antérieur. Pour ce qui est de la composante P260, elle reflète principalement l'activité dans la partie antérieure du cortex cingulaire (Goffaux et al., 2007). Pour les mesures d'amplitude, l'amplitude moyenne a été utilisée dans une fenêtre de 45 à 55 ms post-stimulus pour la P45, de 90 à 120 ms pour la N100, de 135 à 150 ms pour la N150 et de 280 à 350 ms pour la P260.

Déroulement

Tout d'abord, les participants ont dû prendre connaissance du document d'information relatif à la recherche ainsi que du consentement (voir Appendice A). Ils ont ensuite signé ledit document afin de consentir à participer, s'ils le désiraient. Par la suite, ils ont rempli le questionnaire de latéralité manuelle d'Edinburgh. Les responsables de la

recherche se sont occupés d'installer le casque EEG sur le cuir chevelu ainsi que les électrodes sur les paumes des deux mains. Les participants se sont assis confortablement sur une chaise devant un écran d'ordinateur où s'est affichée l'échelle verbale numérique de la douleur allant de 0 à 100. Avant de commencer l'expérience, le seuil de douleur a été mesuré pour les deux mains séparément. Ainsi, l'intensité des stimulations électriques a été ajustée individuellement à 120 % du seuil de douleur du participant.

Le protocole expérimental comportait deux conditions différentes (voir Figure 3). Tout d'abord, les participants ont porté attention aux stimulations au niveau de la main droite. Dans 80% des cas, il y avait des stimulations électriques nociceptives et non nociceptives à la main droite, tandis que dans 20% des cas, il y avait des stimulations électriques nociceptives à la main gauche. Le 80% incluait 60 stimuli non douloureux et 20 stimuli douloureux. Dans la deuxième condition, l'attention des participants a été portée au niveau de la main gauche où, encore une fois, il y avait 80% de stimulations douloureuses et non douloureuses à cette main et 20% de stimuli douloureux à la main droite. À chaque stimulation douloureuse, les individus ont pesé sur la pédale placée à leurs pieds et ils devaient donner leur perception de douleur entre 0 et 100. L'intervalle de temps entre chaque stimulation était de trois secondes, ce qui permettait aux participants de peser sur la pédale et de donner leur évaluation de la douleur. Ce paradigme expérimental de type *oddball* fut grandement inspiré de celui du chercheur Legrain et ses collègues (2002).

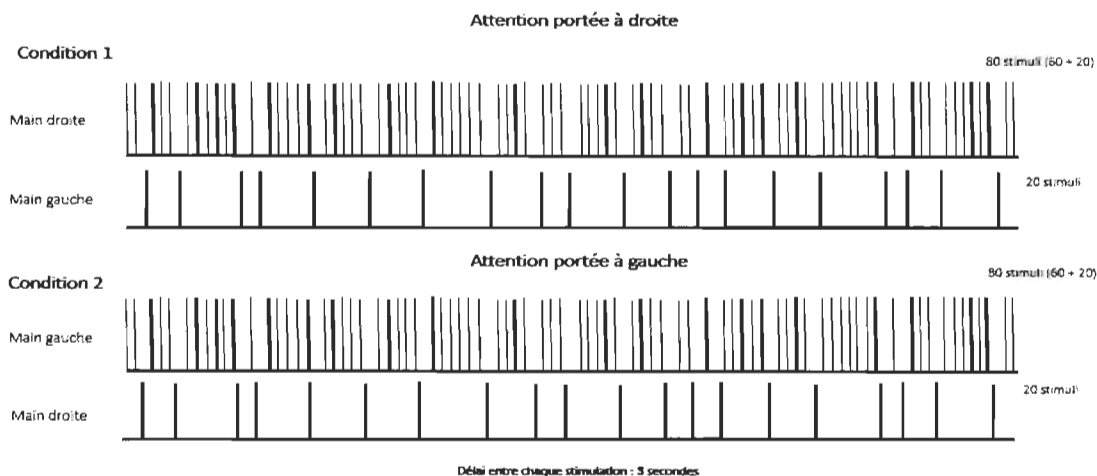


Figure 3. Paradigme expérimental.

Analyse des données

Les analyses statistiques ont été faites avec le logiciel Statistica v10.0 (Statsoft Inc., Tulsa, OK, U.S.A.) avec un seuil de signification établi à $p < 0.05$. La normalité de distribution de chacune des variables dépendantes a d'abord été effectuée avec le test de normalité Kolmogorov-Smirnov et l'analyse visuelle des histogrammes afin de pouvoir effectuer des analyses paramétriques par la suite. Ces analyses ont démontré que chacune des variables dépendantes était effectivement distribuée normalement ($p > 0.05$). Par ailleurs, un test t pour échantillons indépendants a été réalisé pour les valeurs obtenues aux questionnaires psychologiques afin de s'assurer qu'aucune différence significative n'était présente entre les droitiers et les gauchers, puisque cela aurait pu avoir un impact important sur les analyses subséquentes. Ces analyses n'ont pas soulevé de différence entre les groupes pour chacun des questionnaires (PCS-CF, Vigilance à la douleur et Échelle de contrôle attentionnel). Puis, trois ANOVAs mixtes 2 X 2 à facteur répété

(Direction de l'attention) et un facteur groupe (Dominance) ont été effectuées afin d'analyser les résultats au niveau des trois variables dépendantes, soit la perception de la douleur, les temps de réaction ainsi que l'activité cérébrale. Enfin, des tests de contrastes planifiés ont été utilisés lorsque des effets d'interactions ont été observés suite aux analyses ANOVAs. À noter que 9 participants ont été exclus en ce qui a trait aux analyses des potentiels évoqués (5 droitiers et 4 gauchers) en raison du bruit important compromettant la qualité des enregistrements.

Résultats

Descriptifs

Les caractéristiques descriptives de l'échantillon sont détaillées dans le Tableau 1.

Perception et modulation de la douleur

Les résultats pour la modulation de la douleur sont présentés à la Figure 4. D'abord, la perception de douleur ne diffère pas selon la dominance des participants, qu'ils soient droitiers ou gauchers (effet principal DOMINANCE : $F(1, 32) = 0.63, p = 0.43, \eta^2 = 0.02$). Il n'y a également pas de différence significative de perception de douleur selon le côté de stimulation et la dominance (interactions STIMULATION x DOMINANCE : $F(1, 32) = 0.94, p = 0.34, \eta^2 = 0.03$). Finalement, il n'y a pas de différence significative dans la perception de la douleur selon la direction de l'attention (à gauche ou à droite), le côté de stimulation (à gauche ou à droite) et la dominance (interactions SIMULATION x ATTENTION x DOMINANCE : $F(1, 32) = 0.93, p = 0.34, \eta^2 = 0.03$). Par conséquent,

les analyses statistiques ont démontré qu'il n'y avait pas de différence de modulation de la douleur selon la dominance des participants, le côté de stimulation ainsi que le côté où l'attention était dirigée.

Tableau 1
Statistiques descriptives de l'échantillon

| Variables | Droitiers (<i>n</i> = 17, 9H, 8F) | Gauchers (<i>n</i> = 17, 8H, 9F) |
|----------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|
| Âge | 27.2 ± 8,1 | 26.1 ± 6.0 |
| Test de latéralité | 82.6 ± 22.8 | -68.8 ± 25.9 |
| PCS-CF | 14.0 ± 9.3 | 15.9 ± 10.4 |
| Vigilance à la douleur | 40.1 ± 12.0 | 36.9 ± 10.4 |
| Échelle de contrôle attentionnel | 55.1 ± 6.9 | 56.8 ± 11.0 |

Temps de réaction

Les résultats pour les temps de réaction sont présentés à la Figure 5. D'abord, les temps de réaction ne diffèrent pas selon la dominance des participants, qu'ils soient droitiers ou gauchers (effet principal DOMINANCE : $F(1, 30) = 1.86$, $p = 0.18$, $\eta^2 = 0.06$). Il n'y a également pas de différence significative selon le côté de stimulation et la

dominance (interactions STIMULATION x DOMINANCE : $F(1, 30) = 0.66, p = 0.42, \eta^2 = 0.02$).

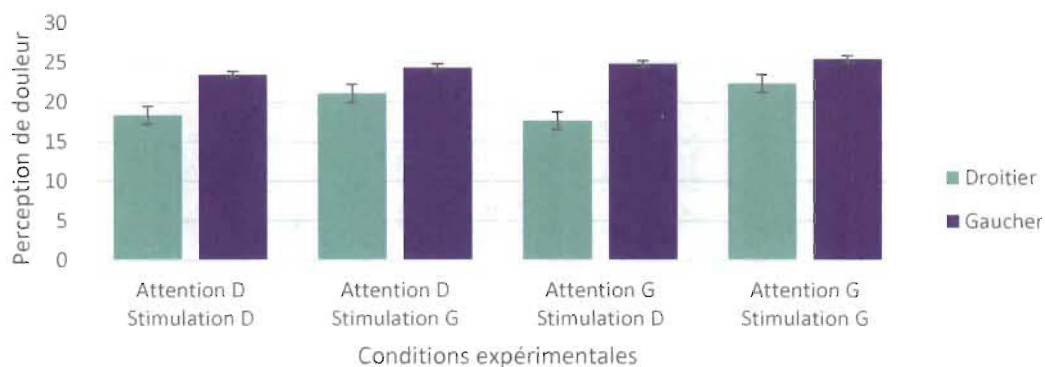


Figure 4. Perception de la douleur selon la condition expérimentale.

De plus, il n'y a pas de différence selon le côté où est dirigée l'attention et la dominance des participants (interactions ATTENTION x DOMINANCE : $F(1, 30) = 0.54, p = 0.47, \eta^2 = 0.02$). Finalement, il n'y a pas de différence significative selon la direction de l'attention (à gauche ou à droite), le côté de stimulation (à gauche ou à droite) et la dominance (interactions SIMULATION x ATTENTION x DOMINANCE : $F(1, 30) = 0.26, p = 0.62, \eta^2 = 0.01$). Par conséquent, les analyses statistiques ont démontré qu'il n'y avait pas de différence significative pour ce qui est des temps de réaction selon la dominance, le côté de stimulation et la direction de l'attention.

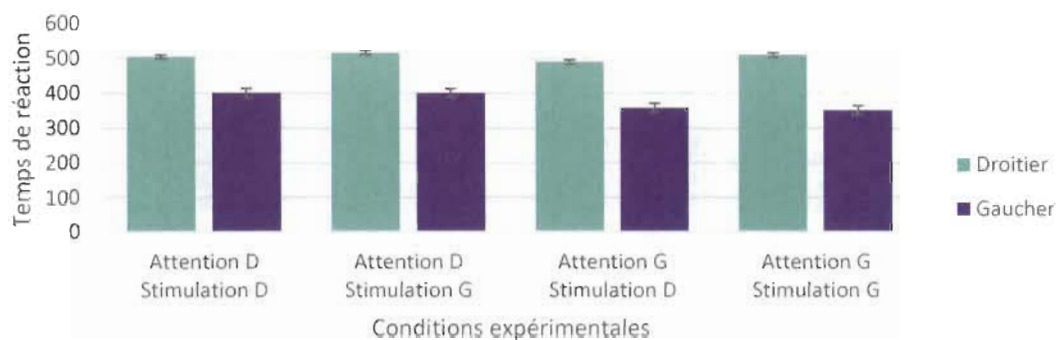


Figure 5. Temps de réaction selon la condition expérimentale.

Activité cérébrale

Les potentiels évoqués ont d'abord été analysés. La composante N100 n'est pas modulée dans la condition de distraction chez les gauchers lorsqu'ils portent attention à la main gauche (voir figure 6), contrairement à la main droite.

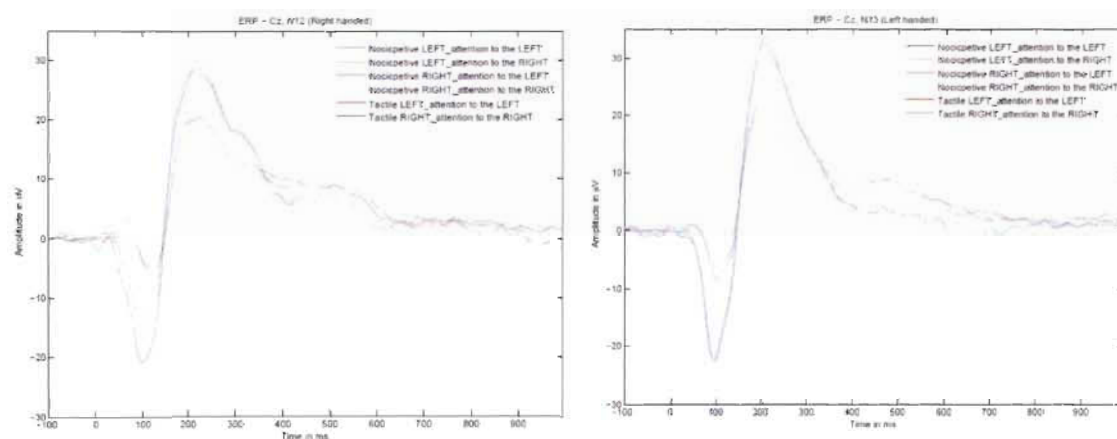


Figure 6. Potentiels évoqués somesthésiques chez les gauchers et les droitiers selon les quatre conditions expérimentales.

Amplitude de la composante N100. Les différences d'amplitude de la composante N100 sont présentées à la Figure 7. L'analyse statistique a permis de soulever une différence significative selon la direction de l'attention et la dominance (interactions ATTENTION x DOMINANCE : $F(1, 23) = 18.61, p < 0.01, \eta^2 = 0.45$). De plus, peu importe le groupe d'appartenance (gauchers ou droitiers), une différence significative a été observée selon le côté de stimulation et la direction de l'attention (interactions ATTENTION x STIMULATION : $F(1, 23) = 17.84, p < 0.01, \eta^2 = 0.44$). De même, un effet marginal a été observé pour ce qui est de l'effet principal DOMINANCE ($F(1, 23) = 2.97, p = 0.098, \eta^2 = 0.11$). L'amplitude de la composante N100 aurait donc tendance à différer entre les gauchers et les droitiers nonobstant le côté de stimulation et la direction de l'attention. Enfin, un autre effet marginal a été observé au sein de l'interaction entre les trois différentes variables indépendantes (interactions ATTENTION x STIMULATION x DOMINANCE : $F(1, 23) = 3.21, p = 0.09, \eta^2 = 0.12$). À noter qu'aucune différence significative n'a été observée en ce qui a trait aux différences de latence pour la composante N100 tant au niveau des effets principaux que des interactions.

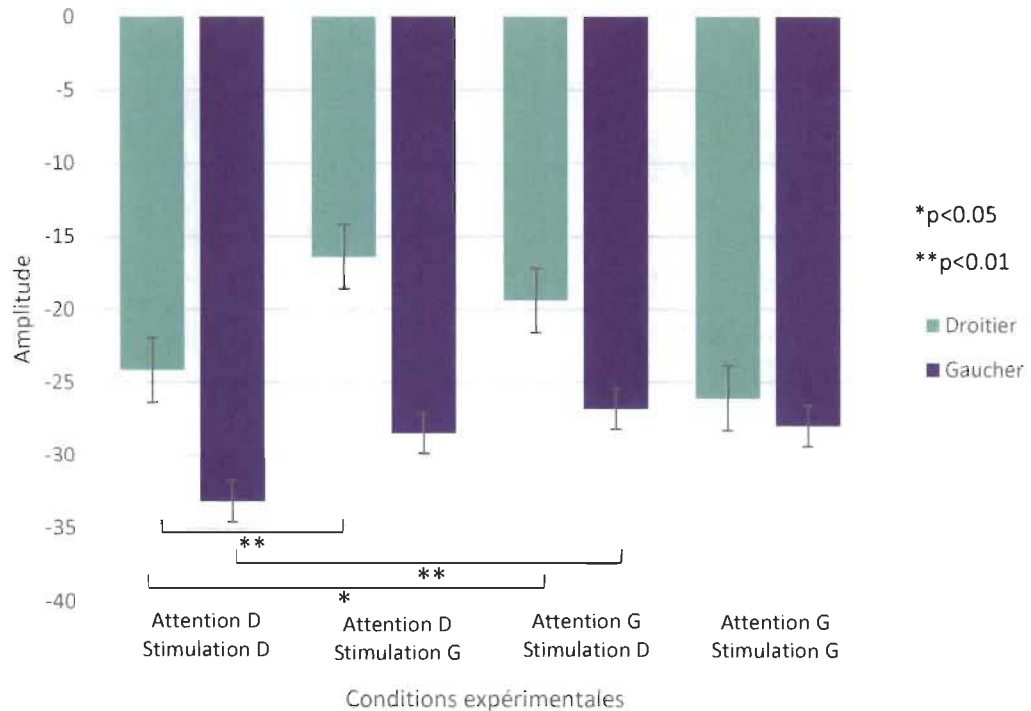


Figure 7. Amplitude de la composante N100 selon la condition expérimentale.

Puisqu'un effet d'interaction marginal a été observé, des tests de contrastes ont été effectués afin de le décomposer. Un premier effet significatif a ressorti de cette analyse ($F_{(1, 23)} = 4.97$; $p < 0.05$), ce qui signifie que chez les droitiers, l'effet de distraction produit une inhibition significative au niveau de la composante N100 lorsqu'il y a stimulation de la main droite et que l'attention est dirigée vers la main gauche. Ce même effet est également observable lorsqu'il y a stimulation de la main gauche et que l'attention est portée à droite ($F_{(1, 23)} = 27.94$; $p < 0.01$). Par ailleurs, cette inhibition de la N100 est également présente chez les individus gauchers lorsque leur main droite est stimulée ($F_{(1,$

$_{23}) = 9.52; p < 0.01$). Toutefois, cette inhibition n'est pas présente chez les gauchers lorsque leur main gauche est stimulée et que l'attention est portée à droite ($F_{(1, 23)} = 0.08; p = 0.78$). De ce fait, les droitiers auraient tendance à avoir un effet de distraction au niveau des deux mains, tandis que les gauchers auraient cet effet seulement au niveau de la main droite, soit leur main non dominante lorsque leur attention est portée à leur main dominante.

Dans le but de comprendre la différence au niveau de l'effet de distraction observé au sein des deux groupes expérimentaux, une corrélation r de Pearson a été effectuée. Une forte corrélation a été obtenue entre l'effet d'inhibition de la N100 observée et le résultat obtenu au questionnaire de latéralité ($r^2 = 0.28; p < 0.01$). Ce coefficient de détermination indique que 28% de la variance de l'effet de distraction peut être expliquée par le résultat au test de latéralité, et vice versa. Ce résultat tend à démontrer que plus un individu est gaucher, moins l'effet d'inhibition de la composante N100 est important, donc moins ils inhibent.

Amplitude de la composante P260. Les différences d'amplitude de la composante P260 sont présentées à la Figure 8. L'amplitude ne diffère pas selon la dominance des participants, qu'ils soient droitiers ou gauchers (effet principal DOMINANCE : $F(1, 23) = 0.01, p = 0.91, \eta^2 = 0.00$). Il n'y a également pas d'effet d'interaction lorsque le côté de stimulation et la dominance des participants sont considérés (interactions STIMULATION x DOMINANCE : $F(1, 23) = 0.14, p = 0.70, \eta^2 = 0.00$). De plus, il n'y

a pas de différence significative selon le côté où est dirigée l'attention et le groupe d'appartenance (interactions ATTENTION x DOMINANCE : $F(1, 23) = 2.14, p = 0.16, \eta^2 = 0.08$). Finalement, il n'y a pas de différence significative selon la direction de l'attention (à gauche ou à droite), le côté de stimulation (à gauche ou à droite) et la dominance (interactions SIMULATION x ATTENTION x DOMINANCE : $F(1, 23) = 0.41, p = 0.52, \eta^2 = 0.02$). À noter qu'aucune différence significative a été observée en ce qui a trait aux différences de latence pour la composante P260 tant au niveau des effets principaux que des interactions.

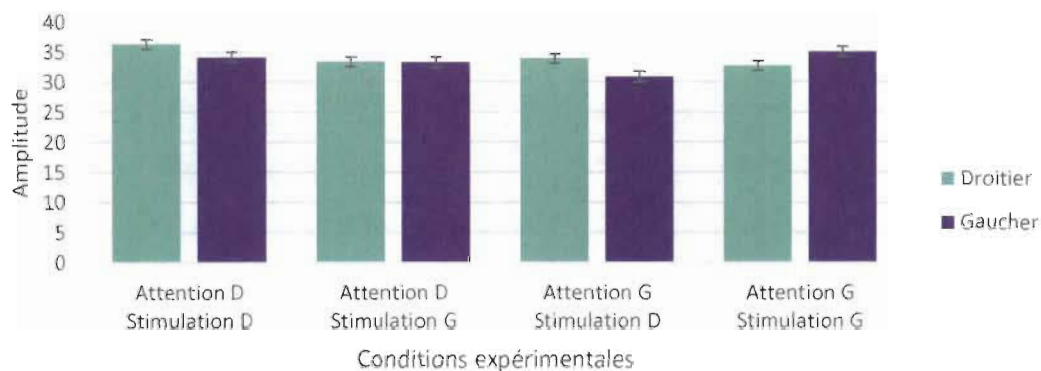


Figure 8. Amplitude de la composante P260 selon la condition expérimentale.

Discussion

L'objectif principal de cette étude préliminaire était d'explorer la modulation attentionnelle à la douleur au sein d'une population gauchère en la comparant à une population droitère. Aucune différence significative ne fut observée entre les gauchers et les droitiers en ce qui a trait aux temps de réaction et à la perception de la douleur

nonobstant le côté de stimulation et la direction de l'attention. Toutefois, il fut possible d'observer une inhibition de la composante N100 des potentiels évoqués somesthésiques (effet de distraction) auprès de la population droitnière. Or, ce patron de réponse n'est pas le même auprès de la population gauchère où cet effet de distraction est présent que lorsque leur main non dominante est stimulée. Finalement, aucun effet significatif ne fut observé au sein de l'autre composante des PEs somesthésiques considérée dans cette étude, soit la composante P260.

Activité cérébrale

Tel que mentionné ci-haut, un résultat intéressant et nouveau apporté par cette étude fut observé au niveau de l'activité cérébrale des gauchers. En ce sens, l'amplitude d'une des composantes analysées, soit la composante N100, s'avère significativement différente selon la direction de l'attention et la dominance des participants. Basé sur des enregistrements intracrâniens, la N100 est générée par l'activité au sein du cortex somesthésique secondaire et reflète les processus attentionnels reliés à la douleur (Dowman et al., 2007). Ces résultats indiquent que chez les droitiers, l'effet de distraction tend à produire une inhibition de la composante N100 lorsque leur main droite est stimulée (main dominante) et lorsque l'attention est portée à leur main gauche (main non dominante). On remarque aussi ce même effet lorsque leur main gauche est stimulée et que l'attention est portée du côté droit. Cette inhibition significative de la composante N100 qui fut observée chez les droitiers et partiellement chez les gauchers est cohérente avec plusieurs études dans le domaine suggérant que les participants étaient capables de

diriger leur attention au site controlatéral à celui recevant les stimulations douloureuses (Chen et al., 1985; Dowman et al., 2007; Goffaux et al., 2007).

L'effet n'est cependant pas le même chez les individus gauchers où l'inhibition de la composante N100 est présente seulement lorsque leur main droite est stimulée. En effet, cette inhibition n'est pas observée lorsque leur main gauche est stimulée et que leur attention est dirigée au niveau de leur main droite. Ces résultats indiquent que les droitiers auraient tendance à avoir un effet de distraction pour les deux mains, tandis que les gauchers auraient cet effet seulement au niveau de la main droite, soit leur main non dominante lorsque leur attention est portée à leur main gauche (dominante). On remarque donc que les gauchers semblent davantage vigilants quant à leur main dominante, ce qui pourrait, en partie, expliquer pourquoi l'effet de distraction n'a pas le même impact au niveau de l'activité cérébrale que chez les droitiers. De par cette vigilance accrue à leur main dominante, il est possible qu'ils ne perçoivent pas la stimulation douloureuse à leur main droite comme étant suffisamment menaçante pour engendrer l'effet de distraction attendu.

Pour ce qui est de la composante P260 des PEs somesthésiques, elle est associée avec l'activité du cortex pariétal ainsi que du cortex cingulaire antérieur et reflète les processus reliés à l'attention spatiale (Dowman et al., 2007). Cependant, cette présente étude ne fut pas en mesure de démontrer de modulation significative au niveau de l'amplitude de cette composante selon les conditions expérimentales, telle qu'observée dans d'autres études

passées (Dowman et al., 2007; Lenz et al., 1998; Ohara et al., 2004). Il est possible que les stimulations nociceptives n'aient pu capter l'attention de façon assez significative afin d'avoir un impact sur l'activité cérébrale, particulièrement pour la composante P260.

À cet effet, plusieurs études dans le domaine utilisaient un laser afin de générer la sensation de douleur chez les participants (Legrain et al., 2002; 2003; Lenz et al., 1998; Ohara et al., 2004) et ceux qui utilisaient un stimulus électrique calculaient l'intensité des stimuli différemment de ce qui a été fait pour cette étude (Dowman et al., 2007; Kenntner-Mabiala et al., 2008). Par exemple, la chercheuse Ramona Kenntner-Mabiala déterminait l'intensité des stimuli en présentant une série de 12 stimuli électriques et en augmentant graduellement l'intensité par bond de 0.5 mA. Les participants devaient alors évaluer l'intensité de chacune des stimulations. La moyenne du niveau d'intensité dont les participants qualifiaient de « *just noticeable pain* » (douleur perceptible) était considérée comme étant la valeur du seuil de douleur. Elle prenait donc cette valeur et y ajoutait 1 mA afin de déterminer l'intensité des stimulations considérées nociceptives et y soustrayait 1 mA pour les stimulations non-nociceptives. Ces différences entre les recherches peuvent expliquer, en partie, pourquoi lors de cette étude, il ne fut pas possible d'obtenir de résultats significatifs pour ce qui est de la P260. Cela soulève toute la complexité des processus attentionnels et leur implication dans le traitement de la douleur, particulièrement lorsque l'attention spatiale est sollicitée.

Perception de la douleur

Cette présente recherche n'obtient pas de résultats significatifs en ce qui a trait à la perception de la douleur. Aucune différence significative ne fut observée selon la direction de l'attention ou le côté de stimulation. La littérature scientifique nous révèle toutefois une modification de la perception de la douleur lorsqu'il y a effet de distraction, c'est-à-dire lorsque l'attention est déviée de la stimulation nociceptive. En effet, selon plusieurs études, une stimulation nociceptive et douloureuse a tendance à augmenter de façon significative la perception de la douleur. Alors, lorsque l'attention est dirigée sur une distraction, la perception de la douleur aurait tendance à diminuer significativement (Legrain, 2008). D'autres études de type comportementales ont également fait cette observation en utilisant des distractions visuelles, sonores et corporelles (García-Larrea, Peyron, Laurent & Mauguière, 1997; Miron, Duncan & Bushnell, 1989).

Cette modulation de la perception de la douleur est généralement attendue chez des individus droitiers. Or, peu d'études se sont intéressées à ce phénomène chez les gauchers et celles l'ayant exploré se contredisent. Effectivement, certaines ont fait la démonstration que la main gauche avait tendance à être plus sensible à la douleur nonobstant la dominance des individus (Friedli, Fuhr & Wiget, 1987; Chandramouli, Kanchan & Amaderi, 1993; Ozcan, Tulum, Pinar & Baskurt, 2004), tandis que plusieurs autres n'ont pas observé cette tendance (Neri & Agazzani, 1984; Newton & Mumford, 1972; Greenspan & McGillis, 1994). De façon générale, lorsqu'une différence significative était observée entre les groupes (gauchers vs droitiers), elle impliquait une sensibilité à la

douleur plus importante au niveau de la main non dominante (Murray & Safferston, 1970; Brennum, Kjeldsen & Jensen, 1989; Jensen, Rasmussen, Pedersen, Lous & Olesen, 1992; Chandramouli et al., 1993; Schiff & Gagliese, 1994) ; observation qui ne fut pas relevée dans cette étude. Il est possible que les distractions n'aient pas dévié efficacement l'attention des individus gauchers en raison du focus attentionnel possiblement plus important du côté de leur main dominante que les droitiers. Des recherches futures pourraient explorer ce phénomène plus en profondeur en prenant soin de diversifier les types de distractions (sonores, visuelles, tactiles, etc.) et leur intensité.

Temps de réaction

Une des façons les plus utilisées pour mesurer l'orientation involontaire de l'attention est la mesure de la distraction même (Legrain, 2008). Donc, si on dévie l'attention sur une autre stimulation, elle deviendrait moins disponible pour traiter efficacement les informations pertinentes à la tâche qui est en cours, comme appuyer sur une pédale lorsqu'une stimulation douloureuse est ressentie. Or, cette présente recherche n'a pas obtenu de résultats significatifs au niveau des temps de réaction selon le groupe d'appartenance (gauchers vs droitiers), la direction de l'attention et le côté de stimulation (main droite vs main gauche). Il était toutefois attendu d'observer une baisse de la performance, donc une augmentation des temps de réaction suite à une stimulation nociceptive distractive. En effet, Crombez et ses collègues (1994) ont démontré que l'apparition soudaine et non attendue d'un stimulus douloureux avait comme effet de retarder le temps de réaction à des stimuli visuels. L'effet qu'ils ont obtenu suggère donc

qu'il y a eu un déplacement de l'attention du traitement des stimuli visuels vers le traitement des stimuli nociceptifs. Des études un peu plus récentes font également cette observation en obtenant une détérioration de la performance des participants dans une tâche visuelle suite à des stimulations nociceptives rares et imprévues (Legrain, Bruyer, Guérit & Plaghki, 2005).

Bien que cette recherche permît de mettre en lumière une différence entre les gauchers et les droitiers au niveau de l'amplitude de la composante N100 des potentiels évoqués somesthésiques lorsqu'une stimulation nociceptive est envoyée à l'une de leur main, tandis que l'attention est dirigée envers la main opposée, il demeure important de rester vigilant quant à la généralisation de ces résultats préliminaires. En effet, certains facteurs limitent les conclusions de cette étude. Notamment, une erreur fut commise lors de la mesure du seuil de douleur des premiers participants. À cet effet, le seuil avait été calculé à 120% du seuil de tolérance. Il fut toutefois rapidement corrigé et déterminé à 120% du seuil de tolérance des participants. Par conséquent, dans de futures études, l'uniformisation des seuils permettra de comparer la sensibilité à la douleur entre les groupes afin d'avoir une meilleure compréhension du traitement nociceptif chez les individus gauchers.

Conclusion

Cette recherche a permis d'explorer davantage la modulation attentionnelle à la douleur chez des participants droitiers et gauchers. Cependant, les mesures

comportementales, c'est-à-dire, les temps de réaction ainsi que la perception de la douleur ne furent pas concluants, puisqu'il n'y avait pas de différence significative selon la dominance, le côté de stimulation et la direction de l'attention. Il fut toutefois possible d'observer un résultat significatif en ce qui a trait à l'inhibition de la composante N100 lors d'un effet de distraction chez les individus droitiers, tel qu'il était attendu selon la littérature. Or, ce résultat diffère chez les gauchers, puisque cette inhibition est présente seulement lorsque leur main non dominante (droite) est stimulée et que l'attention est portée à gauche. Ce patron atypique de réponse chez les gauchers est un élément nouveau apporté par cette présente étude et mériterait d'être exploré par des recherches futures dans le domaine.

Références

- Bingel, U., Quante, M., Knab, R., Bromm, B., Weiller, C., & Büchel, C. (2003). Single trial fMRI reveals significant contralateral bias in responses to laser pain within thalamus and somatosensory cortices. *Neuroimage*, *18*(3), 740-748.
- Brennum, J., Kjeldsen, M., Jensen, K., & Jensen, T. S. (1989). Measurements of human pressure-pain thresholds on fingers and toes. *Pain*, *38*(2), 211-217.
- Casey, K. L. (1999). Forebrain mechanisms of nociception and pain: analysis through imaging. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *96*(14), 7668-7674.
- Chandramouli, R., Kanchan, B. R., & Ambadevi, B. (1993). Right-left asymmetry in tonic pain perception and its modification by simultaneous contralateral noxious stimulation. *Neuropsychologia*, *31*(7), 687-694.
- Chen, A. C., Treede, R. D., & Bromm, B. (1985). Tonic pain inhibits phasic pain: evoked cerebral potential correlates in man. *Psychiatry research*, *14*(4), 343-351.
- Coghill, R. C., Gilron, I., & Iadarola, M. J. (2001). Hemispheric lateralization of somatosensory processing. *Journal of neurophysiology*, *85*(6), 2602-2612.

- Crombez, G., Baeyens, F., & Eelen, P. (1994). Sensory and temporal information about impending pain: the influence of predictability on pain. *Behaviour research and therapy*, 32(6), 611-622.
- Davis, K. D. (2000). The neural circuitry of pain as explored with functional MRI. *Neurological research*, 22(3), 313-317.
- Derryberry, D., & Reed, M. A. (2002). Anxiety-related attentional biases and their regulation by attentional control. *Journal of abnormal psychology*, 111(2), 225.
- Dowman, R., Darcey, T., Barkan, H., Thadani, V., & Roberts, D. (2007). Human intracranially-recorded cortical responses evoked by painful electrical stimulation of the sural nerve. *NeuroImage*, 34(2), 743-763.
- Friedli, W. G., Fuhr, P., & Wiget, W. (1987). Detection threshold for percutaneous electrical stimuli: asymmetry with respect to handedness. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, 50(7), 870-876.
- García-Larrea, L., Peyron, R., Laurent, B., & Mauguière, F. (1997). Association and dissociation between laser-evoked potentials and pain perception. *Neuroreport: An International Journal for the Rapid Communication of Research in Neuroscience*.
- Goffaux, P., Redmond, W. J., Rainville, P., & Marchand, S. (2007). Descending analgesia—when the spine echoes what the brain expects. *Pain*, 130(1-2), 137-143.
- Greenspan, J. D., & McGillis, S. L. (1994). Thresholds for the perception of pressure, sharpness, and mechanically evoked cutaneous pain: effects of laterality and repeated testing. *Somatosensory & motor research*, 11(4), 311-317.
- Ingvar, M. (1999). Pain and functional imaging. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 354(1387), 1347-1358.
- Jensen, R., Rasmussen, B. K., Pedersen, B., Lous, I., & Olesen, J. (1992). Cephalic muscle tenderness and pressure pain threshold in a general population. *Pain*, 48(2), 197-203.
- Knecht, S., Dräger, B., Deppe, M., Bobe, L., Lohmann, H., Flöel, A., . . . Henningsen, H. (2000). Handedness and hemispheric language dominance in healthy humans. *Brain*, 123(12), 2512-2518.
- Ladouceur, A., Tessier, J., Provencher, B., Rainville, P., & Piché, M. (2012). Top-down attentional modulation of analgesia induced by heterotopic noxious counterstimulation. *PAIN®*, 153(8), 1755-1762.

- Legrain, V. (2008). La modulation de la douleur par l'attention. Les apports de la neurophysiologie. *Douleur et Analgésie*, 21(2), 99-107.
- Legrain, V., Bruyer, R., Guérit, J. M., & Plaghki, L. (2005). Involuntary orientation of attention to unattended deviant nociceptive stimuli is modulated by concomitant visual task difficulty. Evidence from laser evoked potentials. *Clinical Neurophysiology*, 116(9), 2165-2174.
- Lenz, F. A., Rios, M., Zirh, A., Chau, D., Krauss, G., & Lesser, R. P. (1998). Painful stimuli evoke potentials recorded over the human anterior cingulate gyrus. *Journal of neurophysiology*, 79(4), 2231-2234.
- McCracken, L. M. (1997). "Attention" to pain in persons with chronic pain: a behavioral approach. *Behavior therapy*, 28(2), 271-284.
- Merskey, H., & Watson, G. (1979). The lateralisation of pain. *Pain*, 7(3), 271-280.
- Miron, D., Duncan, G. H., & Bushnell, M. C. (1989). Effects of attention on the intensity and unpleasantness of thermal pain. *Pain*, 39(3), 345-352.
- Murray, F. S., & Safferstone, J. F. (1970). Pain threshold and tolerance of right and left hands. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 71(1), 83.
- Neri, M., & Agazzani, E. (1984). Aging and right-left asymmetry in experimental pain measurement. *Pain*, 19(1), 43-48.
- Newton, A. V., & Mumford, J. M. (1972). Lateral dominance, pain perception, and pain tolerance. *Journal of dental research*, 51(4), 940-942.
- Ohara, S., Crone, N. E., Weiss, N., Vogel, H., Treede, R. D., & Lenz, F. A. (2004). Attention to pain is processed at multiple cortical sites in man. *Experimental brain research*, 156(4), 513-517.
- Oldfield, R. C. (1971). The assessment and analysis of handedness: the Edinburgh inventory. *Neuropsychologia*, 9(1), 97-113.
- Özcan, A., Tulum, Z., Pınar, L., & Başkurt, F. (2004). Comparison of pressure pain threshold, grip strength, dexterity and touch pressure of dominant and non-dominant hands within and between right-and left-handed subjects. *Journal of Korean medical science*, 19(6), 874-878.
- Peyron, R., Laurent, B., & Garcia-Larrea, L. (2000). Functional imaging of brain responses to pain. A review and meta-analysis (2000). *Neurophysiologie Clinique/Clinical Neurophysiology*, 30(5), 263-288.

- Rustamov, N., Rodriguez-Raecke, R., Timm, L., Agrawal, D., Dressler, D., Schrader, C., . . . Wittfoth, M. (2013). Absence of congruency sequence effects reveals neurocognitive inflexibility in Parkinson's disease. *Neuropsychologia*, *51*(14), 2976-2987.
- Schiff, B. B., & Gagliesei, L. (1994). The consequences of experimentally induced and chronic unilateral pain: reflections of hemispheric lateralization of emotion. *Cortex*, *30*(2), 255-267.
- Sullivan, M. J., Bishop, S. R., & Pivik, J. (1995). The pain catastrophizing scale: development and validation. *Psychological assessment*, *7*(4), 524.
- Youell, P. D., Wise, R. G., Bentley, D. E., Dickinson, M. R., King, T. A., Tracey, I., & Jones, A. K. (2004). Lateralisation of nociceptive processing in the human brain: a functional magnetic resonance imaging study. *Neuroimage*, *23*(3), 1068-1077.

Discussion générale

Cet essai avait pour objectifs général de bonifier notre compréhension du traitement nociceptif dans notre cerveau, particulièrement en le comparant entre une population gauchère et une population droitère. Ce chapitre comprend quatre grandes sections. La première est consacrée à la discussion des résultats relatifs à la perception de la douleur. La seconde section traite des résultats en lien avec les temps de réaction, plus précisément de la façon la plus courante de mesurer la distraction et la troisième section présente les résultats relatifs à l'activité cérébrale. Finalement, la dernière section de ce chapitre présente les différentes limites de l'étude et suggère quelques pistes de recherches futures.

Perception de la douleur

En ce qui a trait à la perception de la douleur, aucune différence significative ne fut observée à ce niveau entre les gauchers et les droitiers. Ce fut également le cas pour ce qui est du côté de stimulation et de la direction de l'attention. Or, il fut attendu qu'une stimulation nociceptive et potentiellement douloureuse aurait tendance à augmenter significativement la sensation de douleur, tandis que de diriger son attention sur une distraction aurait comme effet de diminuer ultimement cette perception de douleur (Legrain, 2008).

En effet, il fut démontré à maintes reprises dans le passé que détourner sélectivement son attention pour la concentrer sur le traitement d'un autre type d'information devrait permettre de dégrader le traitement de l'information nociceptive et par conséquent, diminuer la perception de la douleur issue de ce traitement (Leventhal & Everhart, 1979; McCaul & Malott, 1984). En faveur de cette hypothèse, plusieurs études comportementales ont permis de démontrer que porter son attention sur des informations non douloureuses, telles des sons ou des images, ou sur une autre région corporelle que celle stimulée, permet de diminuer la douleur (Bushnell et al., 1985; García-Larrea et al., 1997; Miron et al., 1989; Spence et al., 2002; Van Damme et al., 2002).

Dans les années 60, des chercheurs ont mis en évidence que la main gauche avait tendance à être plus sensible à la douleur que la main droite autant chez les droitiers que gauchers (Pud, Golan & Pesta, 2009). Des contradictions dans la littérature furent cependant observées. Certains chercheurs ont fait cette démonstration (Friedli et al., 1987; Chandramouli et al., 1993; Ozcan et al., 2004), tandis que d'autres n'ont pas été en mesure de le faire (Neri & Agazzani, 1984; Newton & Mumford, 1972; Greenspan & McGillis, 1994). Dans tous les cas, lorsqu'une différence était observée entre les groupes (gauchers vs droitiers), elle impliquait une plus grande sensibilité à la douleur au niveau de la main non dominante (Murray & Safferston, 1970; Brennum et al., 1989; Jensen et al., 1992; Chandramouli et al., 1993; Schiff & Gagliese, 1994). Selon les chercheurs Pud, Golan et Pesta (2009), la prochaine étape était d'analyser plus en détail les variables dominance et sexe ainsi que le côté de stimulation (main droite vs main gauche). Leur résultat principal

démontrait que les hommes droitiers avaient une plus grande sensibilité au froid au niveau de leur main gauche, comparativement à leur main droite. Ceci était cohérent avec la littérature, puisqu'il fut démontré que les droitiers avaient tendance à démontrer plus de sensibilité à la sensation douloureuse du froid au niveau de leur côté gauche que leur côté droit (Hatem, Plaghki & Mouraux, 2007; Bushnell et al., 1985; Lorenz & García-Larrea, 2003). Ils affirment cependant que la littérature semble inconsistante à ce niveau lorsqu'il est question de tester d'autres modalités nociceptives, telles la chaleur (McCaul & Malott, 1984; Camus, 1996; Allport, 1993; Leventhal & Everhart, 1979), la douleur mécanique (Eccleston & Crombez, 1999) ou via des stimuli électriques (Hopf, Boehler, Luck, Tsotsos, Heinze, & Schoenfeld, 2006; Hillyard, Vogel & Luck, 1998; Crombez et al., 1994).

Étant donné que la plupart des études antérieures ont démontré des différences reliées à la dominance au sein de certaines modalités (connues pour être modulées par des nocicepteurs profonds), il a été suggéré par Taylor et ses collègues (1993) ainsi que par Sarlani et ses collaborateurs (2003) que ces différences soient associées à une stimulation nociceptive profonde plutôt que cutanée (c'est-à-dire électrique, thermique ou stimuli mécaniques pointus).

D'ailleurs, plusieurs explications furent proposées afin d'expliquer les différences de latéralité au niveau de la perception de la douleur. D'abord, Schiff et Gagliesei (1994) attribuent cette différence à une plus grande implication de l'hémisphère droit en ce qui a

trait aux affects négatifs. Ainsi, une plus grande sensibilité à la douleur au niveau de la main gauche peut refléter des différences de latéralité en lien avec la composante émotive et aversive de la douleur plutôt que la composante sensorielle/discriminante. D'un autre côté, Ozcan et ses collègues (2004) ont suggéré que la main dominante est plus rapide et plus précise que la main non dominante, ce qui pourrait expliquer, en partie, pourquoi le côté dominant semble résister davantage à la douleur. Cette supériorité est d'ailleurs attribuée à la latéralité cérébrale. Finalement, Pauli et ses collaborateurs (1999) ont affirmé que, puisque la latéralité de la fonction manuelle est moins prononcée chez les gauchers, il n'est pas surprenant que les gauchers présentent une sensibilité à la douleur moins latérale que les droitiers.

Temps de réaction

Pour ce qui est des temps de réaction, aucune différence significative ne fut observée selon la dominance des participants, le côté de stimulation et selon la direction de l'attention. Tel que mentionné auparavant, une des façons les plus communes de mesurer l'orientation involontaire de l'attention est la mesure de la distraction (Escera, Alho, Schröger & Winkler, 2000). En ce sens, si l'attention devient, de façon momentanée, attirée par un événement nouveau ou un événement qui présente un changement soudain au sein d'une séquence régulière de stimulations, elle devrait devenir moins disponible pour traiter les informations pertinentes de la tâche cognitive en cours (Legrain, 2008). Cet événement nouveau ou ce changement dans la présentation des stimuli devrait affecter le traitement des informations pertinentes, mais également détériorer la performance dans

la tâche, comme par exemple augmenter le temps de réaction ou le taux d'erreurs (Escera et al., 2000; SanMiguel, Corral & Escera, 2008; Yantis & Jonides, 1990). Alors, les résultats de cette présente étude ne sont pas cohérents avec la littérature, puisqu'aucun changement dans les temps de réaction fut observé. En effet, Crombez et ses collègues (1994) ont démontré que l'apparition soudaine et inattendue d'un stimulus nociceptif avait comme effet de diminuer les temps de réaction des participants, suggérant un déplacement de l'attention de la tâche en cours vers le traitement nociceptif (Legrain, 2008).

De même, des chercheurs ont observé des performances déficitaires chez les patients ayant de la douleur chronique comparativement aux patients contrôles (Eccleston, 1995). Ce déficit attentionnel s'explique par un mécanisme de capture des processus attentionnels par la douleur (Grisart & Plaghki, 1999; Eccleston, 1995). Cependant, ils ont obtenu des différences significatives au sein des performances attentionnelles en fonction de l'intensité de la douleur ressentie. En effet, les patients dont la douleur était évaluée comme étant de faible intensité avaient des performances attentionnelles qui semblaient équivalentes à celles des participants contrôles. D'un autre côté, les patients dont la douleur était évaluée comme étant de forte intensité avaient des performances significativement déficitaires par rapport à celles des participants contrôles. Grisart et son collègue Plaghki (1999) interprètent ces résultats comme une mobilisation attentionnelle moins importante par une douleur de faible intensité, ce qui permet aux patients ressentant de la douleur de conserver la capacité à distribuer ses ressources attentionnelles entre plusieurs traitements simultanés tout en réalisant la tâche cognitive demandée avec la

même efficacité qu'un individu contrôle (aucune douleur ressentie). Compte tenu de ce qui précède, il est possible que l'absence de résultats significatifs relatifs à la perception de la douleur dans cette présente étude soit attribuable, en partie, à l'intensité des stimulations nociceptives.

Activité cérébrale

Il est possible de mesurer le contrôle ascendant de l'attention grâce aux fluctuations des potentiels évoqués obtenus lors des enregistrements cérébraux (Escera et al., 2000; Näätänen, 1992). En effet, plusieurs études ont démontré que, conjointement aux effets de distraction sur le comportement, des stimulations non pertinentes pour la tâche qui est en cours produisaient une série de déflexions au sein des potentiels évoqués (Legrain, 2008). De même, ces déflexions observées présenteraient des caractéristiques électrophysiologiques dépendantes des conditions externes d'évocation, telles la nouveauté, la déviance, l'apparition inattendue ainsi que la saillance des stimuli.

Concernant la composante N100 des potentiels évoqués somesthésiques obtenus, une fluctuation de son amplitude fut observée lors de cette présente étude. Effectivement, il a été possible de mettre en évidence une inhibition de cette composante selon la direction de l'attention ainsi que la dominance des participants. Ces résultats indiquent que chez les droitiers, l'effet de distraction tend à engendrer une modulation significative de la composante N100 lorsque la main droite est stimulée et que l'attention est controlatérale aux stimulations, donc du côté gauche. Le même effet est également présent lorsque leur

main gauche est stimulée et que l'attention est portée à la main droite. Ces résultats sont présents chez les droitiers, ce qui s'avère être cohérent avec la littérature scientifique à ce sujet (Chen et al., 1985; Dowman et al., 2007; Goffaux et al., 2007). Ceci indique que les individus étaient capables de diriger leur attention au site controlatéral à celui qui recevait les stimulations se voulant distractrices.

Par contre, l'effet observé chez les droitiers n'est pas le même chez les gauchers. En effet, l'inhibition de la composante N100, tel qu'attendu, est présente seulement lorsque leur main droite (non dominante) est stimulée et que leur attention est dirigée à leur main dominante, donc la gauche. Par conséquent, les individus droitiers auraient tendance à avoir un effet de distraction pour les deux mains, tandis que les gauchers auraient cet effet que pour la main non dominante, lorsque l'attention est dirigée à gauche. Il est possible que les gauchers soient davantage vigilants vis-à-vis leur main dominante, ce qui pourrait, en partie, expliquer cette différence au sein des groupes. En raison de cette vigilance plus importante, il est possible qu'ils ne perçoivent pas la stimulation douloureuse comme étant suffisamment menaçante pour engendrer l'effet de distraction souhaité.

Parallèlement, aucune modulation significative ne fut observée en ce qui a trait à la composante P260 des potentiels évoqués somesthésiques. Cette composante reflète l'activité du cortex pariétal ainsi que du cortex cingulaire antérieur lors des processus reliés à l'attention spatiale. Il était donc attendu d'observer une augmentation de son amplitude lors de stimulations nociceptives rares et inattendues alors que l'attention est

dirigée sur une autre région spatiale à la stimulation (Legrain et al., 2005; Dowman et al., 2007; Lenz et al., 1998; Ohara et al., 2004). D'ailleurs, le chercheur Legrain (2008) observa que l'augmentation de la P2 était relativement indépendante de la direction de l'attention spatiale et serait davantage reliée à la fréquence des stimulations. Dans son étude sur l'attention spatiale, il a effectivement observé une augmentation de l'amplitude de la P2 lors de stimulations nociceptives d'apparition soudaine, inopinée et peu fréquente (Legrain et al., 2002). Il est possible que les stimulations nociceptives n'aient pu capter significativement l'attention afin d'avoir l'effet de distraction attendu, puisque cette augmentation d'amplitude ne semble présente que pour des stimulations de forte intensité (Legrain, 2008). Il a été démontré que l'augmentation de l'amplitude P2 est absente lorsque les stimuli rares sont de faibles intensités (Legrain, Guérit, Bruyer & Plaghki, 2003). Ceci suggère que seuls les stimuli les plus saillants (et les plus douloureux) sont capables de provoquer un déplacement de l'attention. La modulation de l'amplitude de la P2 démontre une facilitation du traitement nociceptif provoqué par une réattraction involontaire de l'attention par les stimuli nociceptifs eux-mêmes (Crombez et al., 1994; Eccleston & Crombez, 1999; Vancleef & Peters, 2006; Legrain, 2008). Il est toutefois important de mentionner que cette capture de l'attention involontaire n'est pas déclenchée que par les stimuli nociceptifs, mais notamment par les conditions environnementales dans lesquelles ils apparaissent (Legrain et al., 2003).

Limites

Les données recueillies permettent de mieux comprendre la modulation attentionnelle à la douleur, particulièrement dans le contexte de comparaison entre les gauchers et les droitiers. Toutefois, cette étude comporte des limites dont il est important de mentionner.

En effet, il était initialement proposé d'analyser les composantes P45 et N150 des potentiels évoqués somesthésiques. Or, en raison de leur grande variabilité, il ne fut pas possible d'obtenir de données fiables et ultimement, comparer l'activité de ces composantes entre les groupes (droitiers et gauchers). Par conséquent, des recherches similaires subséquentes pourront considérer ces variables afin d'avoir une meilleure compréhension du traitement nociceptif chez les individus gauchers.

De plus, l'aspect affectif des participants en lien avec le contexte de stimulations nociceptives ne fut pas pris en compte lors de cette présente recherche. Or, tel que mentionné auparavant, il est possible que la différence observée au niveau de la perception de la douleur dans les études mentionnées ci-haut soit attribuable au traitement d'affects négatifs (Schiff & Gagliesei, 1994). En effet, ces derniers proposent comme hypothèse qu'en raison du rôle joué par l'hémisphère droit dans le traitement des émotions négatives, il est possible qu'une plus grande sensibilité à la douleur au niveau de la main gauche puisse refléter des différences de latéralité qui sont en lien avec la composante émotive et désagréable de la douleur plutôt que sensorielle. Ainsi, il serait pertinent que les prochaines études s'intéressent davantage aux affects négatifs générés par une sensation

douloureuse tout en conservant la variable dominance étant donné les lacunes importantes dans la littérature à ce qui a trait aux individus gauchers.

De même, une meilleure rigueur concernant un aspect spécifique de la méthodologie, soit le seuil de douleur, permettrait de comparer la sensibilité à la douleur chez les gauchers et les droitiers, ce qui était impossible de faire lors de cette présente étude. En effet, lors de l'étape de l'expérimentation, le seuil de douleur ne fut pas adapté adéquatement pour les premiers participants de l'étude, ce qui ne permettait pas de le comparer entre les groupes (gaucher et droitiers). Ultimement, cette donnée pourrait s'avérer très pertinente afin de mieux comprendre le traitement nociceptif chez les individus gauchers.

Finalement, malgré les limites de l'étude, considérant l'envergure de la recherche proposée, sous forme d'essai et dans le cadre d'un diplôme doctoral clinique, nous considérons avoir traité plusieurs données intéressantes nous permettant de fournir des pistes de réflexion pertinentes ainsi que de répondre à l'objectif principal de cette présente étude : avoir une meilleure compréhension de la modulation attentionnelle à la douleur chez les droitiers, mais particulièrement chez les gauchers.

Conclusion générale

L'objectif principal de cet essai doctoral était d'avoir une meilleure compréhension du traitement nociceptif au sein d'une population gauchère en raison des lacunes importantes à ce niveau dans la littérature scientifique. Bien qu'aucun résultat significatif ne fût obtenu pour ce qui est de la composante P260 des potentiels évoqués ainsi que pour la perception de douleur et les temps de réaction, un résultat significatif et intéressant fût obtenu pour la composante N100. En effet, une inhibition de la N100 est présente chez les droitiers pour les deux mains tel qu'attendu, tandis qu'elle s'observe chez les gauchers seulement lorsque leur main non dominante (droite) est stimulée et que leur attention est dirigée à la main gauche (dominante).

En somme, ces résultats suggèrent que l'attention sélective permet de contrôler le traitement nociceptif en concentrant l'effort cognitif sur le traitement d'autres stimuli sensoriels tout en inhibant les capacités de capture involontaire de l'attention par les stimuli nociceptifs eux-mêmes. Ainsi, la manipulation de l'attention peut s'avérer une technique antalgique à considérer, bien qu'elle intéresse déjà de nombreux intervenants cliniques de la douleur chronique. À long terme, avoir une meilleure compréhension des processus du traitement nociceptif, tant chez les droitiers que chez les gauchers, permettra d'adapter les traitements et les interventions offerts afin de minimiser l'impact de la

douleur sur leur vécu, mais aussi de maintenir un niveau satisfaisant de performances cognitives nécessaires à la préservation de leurs activités de la vie quotidienne.

Références générales

- Allport, A. (1993). Attention and control: Have we been asking the wrong questions? A critical review of twenty-five years. *Attention and performance XIV: Synergies in experimental psychology, artificial intelligence, and cognitive neuroscience*, 14, 183.
- Bantick, S. J., Wise, R. G., Ploghaus, A., Clare, S., Smith, S. M., & Tracey, I. (2002). Imaging how attention modulates pain in humans using functional MRI. *Brain*, 125(2), 310-319.
- Baumgärtner, U., Iannetti, G. D., Zambreanu, L., Stoeter, P., Treede, R.-D., & Tracey, I. (2010). Multiple somatotopic representations of heat and mechanical pain in the operculo-insular cortex: a high-resolution fMRI study. *Journal of Neurophysiology*, 104(5), 2863-2872.
- Bingel, U., Quante, M., Knab, R., Bromm, B., Weiller, C., & Büchel, C. (2003). Single trial fMRI reveals significant contralateral bias in responses to laser pain within thalamus and somatosensory cortices. *Neuroimage*, 18(3), 740-748.
- Brennum, J., Kjeldsen, M., Jensen, K., & Jensen, T. S. (1989). Measurements of human pressure-pain thresholds on fingers and toes. *Pain*, 38(2), 211-217.
- Brooks, J. C., Nurmikko, T. J., Bimson, W. E., Singh, K. D., & Roberts, N. (2002). fMRI of thermal pain: effects of stimulus laterality and attention. *Neuroimage*, 15(2), 293-301.
- Bushnell, M. C., Duncan, G. H., Dubner, R. O. N. A. L. D., Jones, R. L., & Maixner, W. I. L. L. I. A. M. (1985). Attentional influences on noxious and innocuous cutaneous heat detection in humans and monkeys. *Journal of Neuroscience*, 5(5), 1103-1110.
- Camus, J. F. (1996). *La psychologie cognitive de l'attention*. A. Colin.
- Casey, K. L. (1999). Forebrain mechanisms of nociception and pain: analysis through imaging. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 96(14), 7668-7674.
- Chandramouli, R., Kanchan, B. R., & Ambadevi, B. (1993). Right-left asymmetry in tonic pain perception and its modification by simultaneous contralateral noxious stimulation. *Neuropsychologia*, 31(7), 687-694.

- Chapman, C. R., Casey, K., Dubner, R., Foley, K., Gracely, R., & Reading, A. (1985). Pain measurement: an overview. *Pain*, 22(1), 1-31.
- Chen, A. C., Treede, R. D., & Bromm, B. (1985). Tonic pain inhibits phasic pain: evoked cerebral potential correlates in man. *Psychiatry Research*, 14(4), 343-351.
- Choinière, M., Dion, D., Peng, P., Banner, R., Barton, P. M., Boulanger, A., . . . Guertin, M.-C. (2010). The Canadian STOP-PAIN project—Part 1: Who are the patients on the waitlists of multidisciplinary pain treatment facilities? *Canadian Journal of Anesthesia/Journal Canadien d'Anesthésie*, 57(6), 539-548.
- Coghill, R. C., Gilron, I., & Iadarola, M. J. (2001). Hemispheric lateralization of somatosensory processing. *Journal of Neurophysiology*, 85(6), 2602-2612.
- Coghill, R. C., Talbot, J. D., Evans, A. C., Meyer, E., Gjedde, A., Bushnell, M. C., & Duncan, G. H. (1994). Distributed processing of pain and vibration by the human brain. *Journal of Neuroscience*, 14(7), 4095-4108.
- Corbetta, M., & Shulman, G. L. (2002). Control of goal-directed and stimulus-driven attention in the brain. *Nature Reviews Neuroscience*, 3(3), 201.
- Crombez, G., Baeyens, F., & Eelen, P. (1994). Sensory and temporal information about impending pain: the influence of predictability on pain. *Behaviour Research and Therapy*, 32(6), 611-622.
- Davis, K. D. (2000). The neural circuitry of pain as explored with functional MRI. *Neurological Research*, 22(3), 313-317.
- Derryberry, D., & Reed, M. A. (2002). Anxiety-related attentional biases and their regulation by attentional control. *Journal of Abnormal Psychology*, 111(2), 225.
- Dowman, R., Darcey, T., Barkan, H., Thadani, V., & Roberts, D. (2007). Human intracranially-recorded cortical responses evoked by painful electrical stimulation of the sural nerve. *NeuroImage*, 34(2), 743-763.
- Dubé, A.-A. (2015). Mécanismes cérébraux de la régulation de la douleur: perception de la douleur et hypoalgésie induite psychologiquement.
- Duerden, E. G., & Albanese, M. C. (2013). Localization of pain- related brain activation: A meta- analysis of neuroimaging data. *Human Brain Mapping*, 34(1), 109-149.
- Eccleston, C. (1995). Chronic pain and distraction: an experimental investigation into the role of sustained and shifting attention in the processing of chronic persistent pain. *Behaviour Research and Therapy*, 33(4), 391-405.

- Eccleston, C., & Crombez, G. (1999). Pain demands attention: A cognitive–affective model of the interruptive function of pain. *Psychological Bulletin*, *125*(3), 356.
- Escera, C., Alho, K., Schröger, E., & Winkler, I. W. (2000). Involuntary attention and distractibility as evaluated with event-related brain potentials. *Audiology and Neurotology*, *5*(3-4), 151-166.
- Friedli, W. G., Fuhr, P., & Wiget, W. (1987). Detection threshold for percutaneous electrical stimuli: asymmetry with respect to handedness. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, *50*(7), 870-876.
- García-Larrea, L., Peyron, R., Laurent, B., & Mauguière, F. (1997). Association and dissociation between laser-evoked potentials and pain perception. *Neuroreport: An International Journal for the Rapid Communication of Research in Neuroscience*.
- Gazzaniga, M. S., Ivry, R. B., & Mangun, G. R. (2000). *Neurosciences Cognitives: la Biologie de l'Esprit*: De Boeck Supérieur.
- Goffaux, P., Redmond, W. J., Rainville, P., & Marchand, S. (2007). Descending analgesia—when the spine echoes what the brain expects. *Pain*, *130*(1-2), 137-143.
- Greenspan, J. D., & McGillis, S. L. (1994). Thresholds for the perception of pressure, sharpness, and mechanically evoked cutaneous pain: effects of laterality and repeated testing. *Somatosensory & Motor Research*, *11*(4), 311-317.
- Grisart, J. M., & Plaghki, L. H. (1999). Impaired selective attention in chronic pain patients. *European Journal of Pain*, *3*(4), 325-333.
- Guadalupe, T., Willems, R. M., Zwiers, M. P., Arias Vasquez, A., Hoogman, M., Hagoort, P., . . . Fisher, S. E. (2014). Differences in cerebral cortical anatomy of left-and right-handers. *Frontiers in Psychology*, *5*, 261.
- Hall, W. (1981). On “ratio scales of sensory and affective verbal pain descriptors”. *Pain*, *11*(1), 101-107.
- Hardy, J., & Wolff, H. (1952). Goodell, Pain Sensation and Reactions. In: Chap. IV and X, Williams & Wilkis, Baltimore, MD.
- Harris, P., Nagy, S., & Vardaxis, N. (2014). *Mosby's Dictionary of Medicine, Nursing and Health Professions-Australian & New Zealand Edition-eBook*: Elsevier Health Sciences.

- Hatem, S. M., Plaghki, L., & Mouraux, A. (2007). How response inhibition modulates nociceptive and non-nociceptive somatosensory brain-evoked potentials. *Clinical Neurophysiology*, *118*(7), 1503-1516.
- Head, H., & Holmes, G. (1911). Sensory disturbances from cerebral lesions. *Brain*, *34*(2-3), 102-254.
- Heft, M. W., & Parker, S. R. (1984). An experimental basis for revising the graphic rating scale for pain. *Pain*, *19*(2), 153-161.
- Heinricher, M., Haws, C., & Fields, H. (1987). Opposing actions of norepinephrine and clonidine on single pain-modulating neurons in rostral ventromedial medulla. *Pain*, *30*, S28.
- Hillyard, S. A., Vogel, E. K., & Luck, S. J. (1998). Sensory gain control (amplification) as a mechanism of selective attention: electrophysiological and neuroimaging evidence. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, *353*(1373), 1257-1270.
- Hopf, J. M., Boehler, C. N., Luck, S. J., Tsotsos, J. K., Heinze, H. J., & Schoenfeld, M. A. (2006). Direct neurophysiological evidence for spatial suppression surrounding the focus of attention in vision. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *103*(4), 1053-1058.
- Ingvar, M. (1999). Pain and functional imaging. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, *354*(1387), 1347-1358.
- Jensen, R., Rasmussen, B. K., Pedersen, B., Lous, I., & Olesen, J. (1992). Cephalic muscle tenderness and pressure pain threshold in a general population. *Pain*, *48*(2), 197-203.
- Kavaliers, M. (1990). Responsiveness of deer mice to a predator, the short-tailed weasel: population differences and neuromodulatory mechanisms. *Physiological Zoology*, *63*(2), 388-407.
- Kenntner-Mabiala, R., Andreatta, M., Wieser, M. J., Mühlberger, A., & Pauli, P. (2008). Distinct effects of attention and affect on pain perception and somatosensory evoked potentials. *Biological Psychology*, *78*(1), 114-122.
- Kenshalo, D., & Douglass, D. K. (1995). The role of the cerebral cortex in the experience of pain. *Pain and the Brain: from Nociception to Cognition*. Raven Press, New York, 21-34.

- Knecht, S., Dräger, B., Deppe, M., Bobe, L., Lohmann, H., Flöel, A., . . . Henningsen, H. (2000). Handedness and hemispheric language dominance in healthy humans. *Brain*, *123*(12), 2512-2518.
- Koyama, T., McHaffie, J. G., Laurienti, P. J., & Coghill, R. C. (2005). The subjective experience of pain: where expectations become reality. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, *102*(36), 12950-12955.
- Ladouceur, A., Tessier, J., Provencher, B., Rainville, P., & Piché, M. (2012). Top-down attentional modulation of analgesia induced by heterotopic noxious counterstimulation. *PAIN®*, *153*(8), 1755-1762.
- Le Bars, D., & Willer, J.-C. (2004). Physiologie de la douleur. *EMC-Anesthésie-Réanimation*, *1*(4), 227-266.
- Lechevalier, B., Eustache, F., & Viader, F. (2008). *Traité de Neuropsychologie Clinique: De Boeck Supérieur*.
- Legrain, V. (2008). La modulation de la douleur par l'attention. Les apports de la neurophysiologie. *Douleur et Analgésie*, *21*(2), 99-107.
- Legrain, V., Bruyer, R., Guérit, J. M., & Plaghki, L. (2005). Involuntary orientation of attention to unattended deviant nociceptive stimuli is modulated by concomitant visual task difficulty. Evidence from laser evoked potentials. *Clinical Neurophysiology*, *116*(9), 2165-2174.
- Legrain, V., Guérit, J. M., Bruyer, R., & Plaghki, L. (2002). Attentional modulation of the nociceptive processing into the human brain: selective spatial attention, probability of stimulus occurrence, and target detection effects on laser evoked potentials. *Pain*, *99*(1-2), 21-39.
- Legrain, V., Guérit, J. M., Bruyer, R., & Plaghki, L. (2003). Electrophysiological correlates of attentional orientation in humans to strong intensity deviant nociceptive stimuli, inside and outside the focus of spatial attention. *Neuroscience Letters*, *339*(2), 107-110.
- Lenz, F. A., Rios, M., Zirh, A., Chau, D., Krauss, G., & Lesser, R. P. (1998). Painful stimuli evoke potentials recorded over the human anterior cingulate gyrus. *Journal of Neurophysiology*, *79*(4), 2231-2234.
- Leventhal, H., & Everhart, D. (1979). Emotion, pain, and physical illness. In *Emotions in personality and Psychopathology* (pp. 261-299). Springer, Boston, MA.

- Loeser, J. (1980). Perspectives on pain. In *Clinical Pharmacology & Therapeutics* (pp. 313-316): Springer.
- Loggia, M. L., Mogil, J. S., & Bushnell, M. C. (2008). Experimentally induced mood changes preferentially affect pain unpleasantness. *The Journal of Pain*, 9(9), 784-791.
- Lorenz, J., & Garcia-Larrea, L. (2003). Contribution of attentional and cognitive factors to laser evoked brain potentials. *Neurophysiologie Clinique/Clinical Neurophysiology*, 33(6), 293-301.
- Lugo, M., Istúriz, G., Lara, C., García, N., & Eblen-Zajjur, A. (2002). Sensory lateralization in pain subjective perception for noxious heat stimulus. *Somatosensory & Motor Research*, 19(3), 207-212.
- Lynch, M. E., Schopflocher, D., Taenzer, P., & Sinclair, C. (2009). Research funding for pain in Canada. *Pain Research and Management*, 14(2), 113-115.
- Marchand, S. (1998). Le phénomène de la douleur. Chenelière. In: McGraw-Hill, Montréal.
- Marchand, S., & Arsenault, P. (2002). Odors modulate pain perception: a gender-specific effect. *Physiology & Behavior*, 76(2), 251-256.
- Mazoyer, B., Zago, L., Jobard, G., Crivello, F., Joliot, M., Percey, G., ... & Tzourio-Mazoyer, N. (2014). Gaussian mixture modeling of hemispheric lateralization for language in a large sample of healthy individuals balanced for handedness. *PLoS one*, 9(6), e101165.
- McCaul, K. D., & Malott, J. M. (1984). Distraction and coping with pain. *Psychological Bulletin*, 95(3), 516.
- McCracken, L. M. (1997). "Attention" to pain in persons with chronic pain: a behavioral approach. *Behavior Therapy*, 28(2), 271-284.
- Merskey, H., & Watson, G. (1979). The lateralisation of pain. *Pain*, 7(3), 271-280.
- Miron, D., Duncan, G. H., & Bushnell, M. C. (1989). Effects of attention on the intensity and unpleasantness of thermal pain. *Pain*, 39(3), 345-352.
- Murray, F. S., & Safferstone, J. F. (1970). Pain threshold and tolerance of right and left hands. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 71(1), 83.
- Näätänen, R. (2018). *Attention and Brain Function*. Routledge.

- Neri, M., & Agazzani, E. (1984). Aging and right-left asymmetry in experimental pain measurement. *Pain*, *19*(1), 43-48.
- Newton, A. V., & Mumford, J. M. (1972). Lateral dominance, pain perception, and pain tolerance. *Journal of Dental Research*, *51*(4), 940-942.
- Ohara, S., Crone, N. E., Weiss, N., Vogel, H., Treede, R. D., & Lenz, F. A. (2004). Attention to pain is processed at multiple cortical sites in man. *Experimental Brain Research*, *156*(4), 513-517.
- Oldfield, R. C. (1971). The assessment and analysis of handedness: the Edinburgh inventory. *Neuropsychologia*, *9*(1), 97-113.
- Organisation for Economic Co-operation and Development. (2007). *Comprendre le cerveau: naissance d'une science de l'apprentissage*. Organisation for Economic Cooperation and Development (OECD).
- Özcan, A., Tulum, Z., Pinar, L., & Başkurt, F. (2004). Comparison of pressure pain threshold, grip strength, dexterity and touch pressure of dominant and non-dominant hands within and between right-and left-handed subjects. *Journal of Korean Medical Science*, *19*(6), 874-878.
- Paoletti, R. (1999). *Education et Motricité: l'enfant de deux à huit ans: De Boeck Supérieur*.
- Pauli, P., Wiedemann, G., & Nickola, M. (1999). Pressure pain thresholds asymmetry in left-and right-handers: associations with behavioural measures of cerebral laterality. *European Journal of Pain*, *3*(2), 151-156.
- Peyron, R., Laurent, B., & Garcia-Larrea, L. (2000). Functional imaging of brain responses to pain. A review and meta-analysis (2000). *Neurophysiologie Clinique/Clinical Neurophysiology*, *30*(5), 263-288.
- Ploghaus, A., Narain, C., Beckmann, C. F., Clare, S., Bantick, S., Wise, R., ... & Tracey, I. (2001). Exacerbation of pain by anxiety is associated with activity in a hippocampal network. *Journal of Neuroscience*, *21*(24), 9896-9903.
- Ploghaus, A., Tracey, I., Gati, J. S., Clare, S., Menon, R. S., Matthews, P. M., & Rawlins, J. N. P. (1999). Dissociating pain from its anticipation in the human brain. *Science*, *284*(5422), 1979-1981.
- Price, D. (1988). Measurement of pain: sensory-discriminative features. *Psychological and Neural Mechanisms of Pain*, 18-49.

- Price, D. (1999). Psychological mechanisms of pain and analgesia. *Hippocampus*, *19*, 893-901.
- Price, D. D., McGrath, P. A., Rafii, A., & Buckingham, B. (1983). The validation of visual analogue scales as ratio scale measures for chronic and experimental pain. *Pain*, *17*(1), 45-56.
- Pud, D., Golan, Y., & Pesta, R. (2009). Hand dominancy—a feature affecting sensitivity to pain. *Neuroscience Letters*, *467*(3), 237-240.
- Rustamov, N., Rodriguez-Raecke, R., Timm, L., Agrawal, D., Dressler, D., Schrader, C., . . . Wittfoth, M. (2013). Absence of congruency sequence effects reveals neurocognitive inflexibility in Parkinson's disease. *Neuropsychologia*, *51*(14), 2976-2987.
- Salomons, T. V., Johnstone, T., Backonja, M. M., Shackman, A. J., & Davidson, R. J. (2007). Individual differences in the effects of perceived controllability on pain perception: critical role of the prefrontal cortex. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *19*(6), 993-1003.
- SanMiguel, I., Corral, M. J., & Escera, C. (2008). When loading working memory reduces distraction: behavioral and electrophysiological evidence from an auditory-visual distraction paradigm. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *20*(7), 1131-1145.
- Sarlani, E., Farooq, N., & Greenspan, J. D. (2003). Gender and laterality differences in thermosensation throughout the perceptible range. *Pain*, *106*(1-2), 9-18.
- Schiff, B. B., & Gagliesei, L. (1994). The consequences of experimentally induced and chronic unilateral pain: reflections of hemispheric lateralization of emotion. *Cortex*, *30*(2), 255-267.
- Sitnikova, T., Kuperberg, G., & Holcomb, P. J. (2003). Semantic integration in videos of real-world events: An electrophysiological investigation. *Psychophysiology*, *40*(1), 160-164.
- Spence, C., Bentley, D. E., Phillips, N., McGlone, F. P., & Jones, A. K. (2002). Selective attention to pain: a psychophysical investigation. *Experimental Brain Research*, *145*(3), 395-402.
- Stevens, S. S. (2017). *Psychophysics: Introduction to its perceptual, neural and social prospects*: Routledge.
- Sullivan, M. J., Bishop, S. R., & Pivik, J. (1995). The pain catastrophizing scale: development and validation. *Psychological Assessment*, *7*(4), 524.

- Sur, S., & Sinha, V. (2009). Event-related potential: An overview. *Industrial Psychiatry Journal, 18*(1), 70.
- Symonds, L. L., Gordon, N. S., Bixby, J. C., & Mande, M. M. (2006). Right-lateralized pain processing in the human cortex: an fMRI study. *Journal of Neurophysiology, 95*(6), 3823-3830.
- Talbot, J. D., Marrett, S., Evans, A. C., Meyer, E., Bushnell, M. C., & Duncan, G. H. (1991). Multiple representations of pain in human cerebral cortex. *Science, 251*(4999), 1355-1358.
- Taylor, D. J., McGillis, S. L., & Greenspan, J. D. (1993). Body site variation of heat pain sensitivity. *Somatosensory & Motor Research, 10*(4), 455-465.
- Tracey, I., & Mantyh, P. W. (2007). The cerebral signature for pain perception and its modulation. *Neuron, 55*(3), 377-391.
- Valet, M., Sprenger, T., Boecker, H., Willloch, F., Rummeny, E., Conrad, B., . . . Tolle, T. R. (2004). Distraction modulates connectivity of the cingulo-frontal cortex and the midbrain during pain—an fMRI analysis. *Pain, 109*(3), 399-408.
- Vancleef, L. M., & Peters, M. L. (2006). Pain catastrophizing, but not injury/illness sensitivity or anxiety sensitivity, enhances attentional interference by pain. *The Journal of Pain, 7*(1), 23-30.
- Van Damme, S., Crombez, G., & Eccleston, C. (2002). Retarded disengagement from pain cues: the effects of pain catastrophizing and pain expectancy. *Pain, 100*(1-2), 111-118.
- Villemure, C., & Bushnell, M. C. (2009). Mood influences supraspinal pain processing separately from attention. *Journal of Neuroscience, 29*(3), 705-715.
- Yantis, S., & Jonides, J. (1990). Abrupt visual onsets and selective attention: voluntary versus automatic allocation. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 16*(1), 121.
- Youell, P. D., Wise, R. G., Bentley, D. E., Dickinson, M. R., King, T. A., Tracey, I., & Jones, A. K. (2004). Lateralisation of nociceptive processing in the human brain: a functional magnetic resonance imaging study. *Neuroimage, 23*(3), 1068-1077.
- Wiech, K., Ploner, M., & Tracey, I. (2008). Neurocognitive aspects of pain perception. *Trends in Cognitive Sciences, 12*(8), 306-313.

Wolff, B. B. (1978). Behavioral measurement of human pain. *The Psychology of Pain*, 2, 121-151.

Zhou, S. (2015). *Mécanismes centraux de la perception et de la modulation de la douleur dans le vieillissement* (Doctoral dissertation, Université de Strasbourg).

Appendice A
Formulaire de consentement



Invitation à participer au projet de recherche

« Latéralisation de la douleur chez les gauchers et les droitiers : Une étude électrophysiologique »

Responsable du projet

Mathieu Piché DC, PhD, professeur au département de chiropratique de l'UQTR

Préambule

Nous vous demandons de participer à un projet de recherche sur la douleur. Cependant, avant d'accepter de participer à ce projet de recherche, veuillez prendre le temps de lire, de comprendre et de considérer attentivement les renseignements qui suivent.

Ce formulaire de consentement vous présente le but de cette étude, les procédures, les avantages, les risques et inconvénients, de même que les personnes avec qui communiquer au besoin. Le présent formulaire de consentement peut contenir des mots que vous ne comprenez pas. Nous vous invitons à poser toutes les questions que vous jugerez utiles au chercheur et aux autres membres du personnel affectés au projet de recherche et à leur demander de vous expliquer tout mot ou renseignement qui n'est pas clair.

Résumé du projet

L'objectif général de ce projet est d'étudier la douleur chez les gauchers et les droitiers. Plus particulièrement nous voulons déterminer comment le traitement de la douleur est fait dans le cerveau, en regardant son activité à droite et à gauche. De plus, nous voulons déterminer si ces réponses cérébrales sont produites différemment selon la dominance (gaucher versus droitier). Finalement, nous examinerons si l'attention portée à la douleur est différente chez les droitiers et les gauchers. Au cours de la séance d'expérimentation, nous examinerons l'activité cérébrale ainsi que l'attention portée aux stimulations électriques douloureuses lors de deux conditions expérimentales. La première condition consistera en des stimulations électriques douloureuses et non douloureuses envoyées de façon fréquente sur la main droite et de façon rare sur la main gauche. La deuxième condition, quant à elle, consistera à l'inverse de la première condition, soit des stimulations électriques douloureuses et non douloureuses envoyées de façon fréquente sur la main gauche et non fréquente sur la main droite. Il sera demandé de porter attention à l'une des deux mains, selon la condition expérimentale.

Présentation du projet de recherche et de ses objectifs

Vous êtes invité à participer à un projet de recherche qui vise à comprendre les mécanismes du cerveau impliqués dans l'expérience de la douleur chez le

gaucher. Cette étude contribuera ainsi à mieux comprendre les bases neurologiques de la douleur et les différences entre les gauchers et les droitiers.

Afin d'atteindre les buts de cette expérience, nous devons vous induire de la douleur. Cependant, soyez assuré que le stimulus le plus fort qui sera utilisé ne produira aucun dommage physique. De plus, l'intensité des stimulations électriques sera ajustée afin de s'assurer qu'elles n'excèdent pas un niveau que vous juger acceptable dans le cadre de l'étude.

Soixante participants en santé seront recrutés pour ce projet, soit 30 gauchers et 30 droitiers, âgés de 18 à 50 ans. Les participants ne doivent pas souffrir de douleur chronique, de troubles psychiatriques (ex : dépression) ou neurologiques (ex : épilepsie), de maladie chronique, et ne devront pas consommer de médicaments pouvant affecter la douleur, incluant des analgésiques, des anti-inflammatoires ou des psychotropes, comme des antidépresseurs ou des anxiolytiques.

Nature et durée de votre participation au projet de recherche

Votre participation à ce projet de recherche implique une seule séance expérimentale au laboratoire de recherche en neurophysiologie de l'UQTR. Lors de la séance, vous remplirez des questionnaires qui nous permettront de confirmer que vous êtes droitier ou gaucher et de caractériser votre profil psychologique en lien avec la douleur. Lors de la séance d'une durée d'environ 90-120 minutes, nous évaluerons votre sensibilité à la douleur. Cette étape nous permet de nous assurer que vous pouvez tolérer les stimulations douloureuses administrées dans cette étude et de les ajuster au besoin. Nous effectuerons ensuite des tests d'interaction entre les stimuli électriques appliqués sur les mains droites et gauches. Vos seules tâches seront d'évaluer la perception évoquée par les stimuli électriques ainsi qu'indiquer le plus rapidement possible en appuyant sur le dispositif remis à cet effet lorsque vous sentez une stimulation douloureuse.

Stimulations douloureuses

Pendant l'expérience, vous serez exposé à un test de sensibilité à la douleur. Ce test consiste en de brèves stimulations électriques appliquées sur votre main à l'aide de deux électrodes posées sur votre peau. L'appareil administrant les stimulations est muni d'un système de protection qui assure que les stimulations électriques n'excèdent pas une limite sécuritaire. Les stimulations utilisées dans cette étude ont déjà été utilisées de façon sécuritaire lors d'expériences précédentes dans notre laboratoire ainsi que par d'autres groupes de recherche afin d'étudier la douleur. Vous allez ressentir un picotement douloureux ou non, selon l'intensité.

Procédure

Tout d'abord, nous vous administrerons des stimulations électriques d'intensité croissante afin de mesurer votre seuil de douleur. Des séries de stimulations

douloureuses d'intensité variable seront ensuite appliquées afin de mesurer votre perception de la douleur. Au cours des stimulations, nous vous demanderons d'évaluer la douleur ressentie sur des échelles de douleur présentées à l'écran d'un ordinateur. Nous prendrons aussi des mesures physiologiques avec des électrodes placées sur la surface de votre peau et de votre tête. Nous pourrons ainsi enregistrer votre rythme cardiaque, le niveau d'oxygène dans votre sang, des petits changements dans la transpiration au niveau de la main et des changements d'activité du cerveau évoqués par la douleur. Ces mesures ne causent aucun désagrément. Lors de la séance, on vous demandera de vous concentrer sur les stimulations électriques appliquées à la main droite ou gauche et d'évaluer la sensation périodiquement.

Avantages pouvant découler de votre participation au projet de recherche

Il n'y a aucun avantage direct pouvant découler de votre participation au projet de recherche. Cependant, les connaissances acquises permettront de contribuer à l'avancement des connaissances scientifiques sur le fonctionnement du cerveau et des mécanismes impliqués dans l'expérience de la douleur.

Inconvénients pouvant découler de votre participation au projet de recherche

Les stimulations douloureuses que vous recevrez peuvent être désagréables, mais ne sont pas dommageables. Dans certains cas, il arrive que les sujets aient pendant quelques heures après l'étude, une légère sensibilisation et un peu de rougeurs aux endroits stimulés. Advenant que les stimulations vous induisent un trop grand inconfort, vous pourrez demander en tout temps d'interrompre votre participation au projet.

Risques pouvant découler de votre participation au projet de recherche

Selon les connaissances actuelles, votre participation ne vous fait courir, sur le plan médical, aucun risque si vous ne présentez aucune contre-indication. Toutefois, à cause des stimulations douloureuses utilisées, il est nécessaire de prendre certaines précautions. C'est pourquoi nous vous poserons des questions sur votre état de santé avant le début de votre participation.

Compensation financière

Pour votre participation, vous recevrez un montant de 25\$ à la fin de l'expérimentation.

Information concernant le projet de recherche

Nous répondrons à votre satisfaction à toute question que vous poserez à propos du projet de recherche auquel vous acceptez de participer.

Refus ou retrait de votre participation au projet de recherche

Il est entendu que votre participation au projet de recherche est tout à fait volontaire, et que vous restez à tout moment libre de mettre fin à celle-ci sans avoir ni à motiver votre décision ni à subir de préjudice de quelque nature que ce soit. En cas de retrait, les informations et les images vous concernant

pourront être détruites à votre demande. Le chercheur se réserve la possibilité de retirer un participant en lui fournissant des explications sur cette décision.

Confidentialité

Toutes les informations recueillies dans ce projet de recherche seront gardées confidentielles dans les limites prévues par la loi. Les renseignements personnels (nom, adresse, ou toute autre indication) seront codifiés et gardés au laboratoire de Mathieu Piché dans un classeur sous clé auquel seuls les responsables du projet auront accès. En cas de présentation des résultats de cette recherche ou de publication dans des revues spécialisées, rien ne pourra permettre de vous identifier ou de vous retracer. Les données physiologiques telles les mesures réflexes et de l'activité cérébrale, le rythme cardiaque, l'oxygénation du sang et la réponse électrodermale seront conservés et archivés dans une banque de données pour une période de dix ans après la fin de ce projet de recherche et pourraient être utilisées dans d'autres études. Par ailleurs, les renseignements personnels (nom, adresse ou toute autre indication) vous concernant seront détruits cinq ans après la fin de l'étude.

Études ultérieures

Le présent projet de recherche sera éventuellement suivi d'autres projets pour continuer d'avancer nos connaissances dans le domaine de la douleur. Selon votre intérêt, vous pourriez également participer à ces projets. Dans cette éventualité, accepteriez-vous qu'un membre de l'équipe de recherche reprenne contact avec vous pour vous proposer de participer à un autre projet de notre laboratoire?

Oui

Non

Bien sûr, lors de cet appel, vous serez libre d'accepter ou de refuser, en tout temps, de participer aux projets de recherche proposés.

Responsable de la recherche

Pour obtenir de plus amples renseignements ou pour toute question concernant ce projet de recherche, vous pouvez communiquer avec Mathieu Piché, professeur au département de chiropratique, par téléphone (819) 376-5011, poste 3998 ou par courrier électronique mathieu.piche@uqtr.ca.

Question ou plainte concernant l'éthique de la recherche

Cette recherche est approuvée par le comité d'éthique de la recherche avec des êtres humains de l'Université du Québec à Trois-Rivières et un certificat portant le numéro CER-15-217-07.09 a été émis le 6 novembre 2015.

Pour toute question ou plainte d'ordre éthique concernant cette recherche, vous devez communiquer avec la secrétaire du comité d'éthique de la recherche de l'Université du Québec à Trois-Rivières, le décanat des études de cycle supérieur et de la recherche, par téléphone (819) 376-5011, poste 2129 ou par courrier électronique CEREH@uqtr.ca.

FORMULAIRE DE CONSENTEMENT

Engagement de la chercheuse ou du chercheur

Moi ou Mathieu Piché, m'engage à procéder à cette étude conformément à toutes les normes éthiques qui s'appliquent aux projets comportant la participation de sujets humains.

Consentement du participant

Je, _____, confirme avoir lu et compris la lettre d'information au sujet du projet « *Latéralisation de la douleur chez les gauchers et les droitiers : Une étude électrophysiologique.* » J'ai bien saisi les conditions, les risques et les bienfaits éventuels de ma participation. On a répondu à toutes mes questions à mon entière satisfaction. J'ai disposé de suffisamment de temps pour réfléchir à ma décision de participer ou non à cette recherche. Je comprends que ma participation est entièrement volontaire et que je peux décider de me retirer en tout temps, sans aucune pénalité.

J'accepte donc librement de participer à ce projet de recherche

| | |
|---------------------------------|---------------------------|
| Participant(e) ou participant : | Chercheuse ou chercheur : |
| Signature : | Signature : |
| Nom : | Nom : |
| Date : | Date : |

Appendice B
Questionnaire de latéralité manuelle Edinburg

Date : Nom du sujet :

TEST DE LATERALITE

(Edinburgh Handedness Inventory)

Veillez indiquer votre préférence manuelle pour chacune des activités ci-dessous en inscrivant un signe plus dans la colonne appropriée. Si la préférence est si forte que vous n'utilisez l'autre main que si vous y êtes absolument forcé, inscrivez ++. Si vous utilisez l'une ou l'autre main indifféremment, inscrivez un + dans chaque colonne. Répondez s'il vous plaît à chaque question.

| | | Gauche | Droite |
|----|---|--------|--------|
| 1 | Ecrire | | |
| 2 | Dessiner | | |
| 3 | Coudre (main tenant l'aiguille) | | |
| 4 | Tenir une paire de ciseaux | | |
| 5 | Se brosser les dents | | |
| 6 | Tenir un couteau | | |
| 7 | Tenir un balai (main supérieure) | | |
| 8 | Tenir une cuillère | | |
| 9 | Allumer une allumette (main tenant l'allumette) | | |
| 10 | Ouvrir une boîte (main tenant le couvercle) | | |