

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC

PROJET D'ESSAI DE 3^E CYCLE PRÉSENTÉ À
L'UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À CHICOUTIMI

COMME EXIGENCE PARTIELLE
DU DOCTORAT EN PSYCHOLOGIE

PAR
CAMILLE BILODEAU

INDUCTION D'ÉMOTIONS À L'HUMAIN À L'AIDE DU NAO ET EXPLORATION DE
L'IMPACT SUR UNE TÂCHE DE MÉMOIRE DE TRAVAIL

AVRIL 2024

Résumé

Les robots d'assistance sociaux sont une technologie capable d'offrir un soutien aux individus et d'émuler de l'empathie envers les personnes avec lesquelles ils entrent en interaction. Certains de ces robots détiennent également différentes fonctionnalités leur permettant de simuler différentes émotions (Beck et al., 2010; Beck et al., 2013; Bertacchini et al., 2017; Cohen et al., 2011; Erden, 2013; Häring et al., 2011; Johnson et al., 2013; Lopez et al., 2017). L'utilisation de ce type de technologie se fait dans différents domaines tels qu'en santé et en éducation. De ce fait, étudier les impacts des interactions entre humains et robots demeure essentiel afin de guider l'utilisation future des robots humanoïdes. La présente étude avait pour objectif de déterminer si les émotions simulées par le robot humanoïde NAO pouvaient être induites à des individus. Le robot NAO était donc programmé afin d'être en mesure de simuler des émotions positives et négatives. Par la suite, l'impact de l'état émotionnel de ces individus sur leurs performances cognitives à des tâches de mémoire de travail spatiale et auditive était mesuré. La démarche expérimentale consistait à répartir les participants de façon aléatoire entre deux groupes, soit un groupe dans lequel le robot NAO simulait des émotions positives et un groupe où il simulait des émotions négatives. La procédure expérimentale était la même pour les deux groupes à l'étude. Ainsi, l'état émotionnel des participants était mesuré avant et après le processus d'induction émotionnel. Les performances aux tests de mémoire de travail spatiale et auditive étaient également mesurées avant et après ce processus d'induction. Les résultats obtenus auprès de 22 participants âgés entre 19 et 59 ans ont pu être analysés (11 participants dans chacun des groupes).

Contrairement à ce qui était attendu, les résultats recueillis ne démontrent aucun impact des émotions simulées par le robot humanoïde NAO sur l'état émotionnel des individus, peu importe si des émotions positives ou négatives sont simulées. Toutefois, une différence significative est observée pour l'émotion *enthousiaste* entre le premier et le second temps de mesure pour les participants ayant été soumis à un processus d'induction émotionnelle positif ($t(9) = 2,602$ $p = 0,025$). Également, aucune différence n'est obtenue en ce qui concerne les performances en mémoire de travail (auditive et spatiale) des participants, soit au test des *blocs de Corsi* (Corsi, 1972) et au test *Séquences de chiffres* (Wechsler, 2008), entre le premier et le deuxième temps de mesure pour chacune des conditions à l'étude.

Bien que des éléments en lien avec le processus d'induction émotionnel effectué ont pu avoir un impact sur les résultats obtenus (p. ex. la durée et le fait que les participants devaient simplement observer le robot), en somme, le robot humanoïde NAO pourrait être un outil d'induction émotionnel intéressant pour les émotions positives. Toutefois, d'autres études avec de plus grands échantillons seront nécessaires afin de documenter l'effet des émotions simulées par ce robot sur l'état émotionnel des individus.

Table des matières

Résumé	iv
Liste des tableaux.....	
Liste des figures	i
Remerciements.....	ii
Introduction.....	1
Contexte théorique.....	4
Les robots d'assistance sociaux	5
Capacité du robot NAO à reproduire des émotions.....	5
Techniques d'induction des émotions utilisées dans le milieu de la recherche.....	7
Impact des émotions sur les performances cognitives.....	11
Objectifs de l'étude.....	14
Hypothèses.....	15
Méthode	17
Devis de recherche.....	18
Participants	18
Instruments	19
Questionnaire sociodémographique.....	19
Positive and Negative Affective States (PANAS).....	19

Sous-échelle <i>Séquences de chiffres</i> du Wechsler Adult Intelligence Scale Fourth Edition (WAIS-IV).....	20
Test des blocs de Corsi	21
Journal de bord	22
Processus d'induction émotionnelle	22
Programmation du robot NAO	23
Procédure et déroulement de la recherche	24
Phase 1 : Recrutement	24
Phase 2 : Expérimentation en laboratoire	24
Résultats.....	27
Description de l'échantillon	28
Première hypothèse : Effet de la simulation d'une émotion par le robot humanoïde NAO sur l'état émotionnel des participants dans chacune des conditions à l'étude.....	29
Deuxième hypothèse : Impact de l'émotion induite sur les performances cognitives des participants.....	34
Discussion.....	39
Rappels des objectifs de la recherche	40
Discussion des hypothèses de recherche	40

Première hypothèse : Induction d'états émotionnels chez les participants avec le robot NAO	40
Différences observées au niveau du processus d'induction émotionnelle.....	41
Ordre de passation du questionnaire et des tests psychométriques	42
Deuxième hypothèse : Effet de l'induction d'émotions avec le robot NAO sur les performances cognitives des participants.....	43
Forces et limites de l'étude	45
Forces de l'étude.....	45
Limites de l'étude	46
Recommandations et pistes de recherches futures.....	48
Conclusion	50
Références.....	53
Appendice A	61
Appendice B	66
Appendice C	68
Appendice D	70
Appendice E.....	72
Appendice F.....	79
Appendice G	83

Appendice H 87

Appendice I..... 95

Appendice J 97

Liste des tableaux

Tableau

1	Plus haut niveau de scolarité complété par les participants.....	29
2	Test de Student – condition positive.....	32
3	Test de Student – condition négative.....	33
4	Moyenne des résultats obtenus - <i>blocs de Corsi</i> et de <i>Séquences de chiffres</i>	35
5	Test de Student - performances cognitives des participants	36
6	Impact du sexe et du niveau de scolarité sur les performances cognitives	38

Liste des figures

Figure

1	Robot NAO neutre.....	23
---	-----------------------	----

Remerciements

Je tiens tout d'abord à remercier ma directrice d'essai doctoral, Dre Julie Bouchard, Ph. D., neuropsychologue, professeure et directrice du département des sciences de la santé de l'Université du Québec à Chicoutimi. Je souhaite également remercier mon co-directeur, Kevin Bouchard, Ph. D., professeur au département d'informatique et de mathématique à l'Université du Québec à Chicoutimi. Votre confiance, votre soutien, et vos conseils m'ont permis d'avancer tout au long de cette aventure.

Je tiens également à remercier Killian Lachaux pour avoir pris en charge le volet programmation de mon projet, ainsi que Mme Marie-Christine Stafford, M. Sc., statisticienne chez Numea, pour son aide et pour avoir répondu à toutes mes questions lors de la réalisation de mes analyses.

Je remercie sincèrement toutes les personnes qui ont pris de leur temps afin de participer de façon volontaire à mon étude. C'est grâce à vous que ce projet a pu être réalisé. Par le fait même, je tiens à remercier tous les assistants qui ont accepté de donner de leurs précieux temps à cette recherche (Félixanne Harvey, Guillaume Langevin et Anthony Bouchard). Votre aide a certainement facilité la réalisation de ce projet.

Je souhaite également remercier mes collègues du doctorat en neuropsychologie qui, à leur façon, ont rendu ce parcours plus agréable et plus léger.

Je tiens finalement à remercier ma famille pour leur immense soutien tout au long de mon parcours universitaire. Vos encouragements m'ont certainement aidée à me rendre au bout de ce projet. Vous avez été pour moi un grand modèle de persévérance. En terminant, je souhaite remercier mon conjoint Félix-Antoine pour sa présence, son support et ses encouragements. Je suis reconnaissante pour les étapes que nous avons franchies ensemble à travers toutes ces années.

Introduction

Les robots d'assistance sociaux détiennent différentes fonctionnalités leur permettant de réaliser plusieurs exploits. Ils sont ainsi en mesure d'interagir avec les humains, en plus d'émuler de l'empathie envers la personne avec laquelle ils sont en interaction (Beck et al., 2010; Broekens et al., 2009; Erden, 2013; Wrobel et al., 2014). En plus de cette habileté, l'un de ces robots, le robot humanoïde NAO (Softbank robotics, S.D.), détient également différentes fonctionnalités lui permettant de simuler plusieurs émotions de base telles que la joie, la tristesse, la colère et bien d'autres (Beck et al., 2010; Beck et al., 2013; Bertacchini et al., 2017; Cohen et al., 2011; Erden, 2013; Häring et al., 2011; Johnson et al., 2013; Lopez et al., 2017). Toutefois, comme le visage du robot NAO est statique, ces émotions sont simulées à l'aide de sa posture, de sa voix, de la position de sa tête et des lumières LED qui se retrouvent autour de ses yeux (Beck et al., 2010; Beck et al., 2013; Cohen et al., 2011).

Selon une revue critique de la littérature, les études qui utilisent différentes techniques d'induction émotionnelle à des humains ont souvent pour objectif d'étudier l'impact des émotions qui ont été induites sur les performances cognitives des individus (Gilet, 2008). De meilleures performances cognitives sont observées chez les individus ayant été soumis à un processus d'induction d'un affect positif alors que ceux ayant été soumis à un état émotionnel négatif auraient de moins bonnes performances cognitives (Vieillard et Bougeant, (2005).

En revanche, aucune étude ne s'est penchée sur l'impact que pourraient avoir les émotions qui sont induites par les autres robots humanoïdes sur les performances cognitives des individus. Par ailleurs, puisque le NAO est souvent utilisé dans les domaines de l'éducation et de la recherche, en plus d'intervenir auprès de personnes ayant des besoins

plus spécifiques (Lopez et al., 2017, Mubin et al., 2013, Softbank robotics, S.D.), il peut être intéressant d'examiner si les émotions simulées par ce dernier peuvent exercer une influence sur leurs performances cognitives. Ainsi, c'est en se basant sur l'étude de Diaz-Montilla et del Pobil (2015) où des émotions positives et négatives étaient induites à des individus âgés entre 19 et 59 ans à l'aide du robot NAO que la présente étude prend appui. L'étude visait donc à évaluer si les émotions induites ont un effet sur les performances cognitives des individus, plus particulièrement sur la mémoire de travail. En bref, l'objectif principal était de déterminer si les émotions du robot d'assistance sociale NAO peuvent être induites à des individus et influencer les performances d'un individu à une tâche de mémoire de travail.

Contexte théorique

Les robots d'assistance sociaux

Selon Broekens et ses collaborateurs (2009), les robots d'assistance sont un type de technologie d'assistance en mesure d'interagir de façon adéquate avec les humains. Les services que peuvent rendre les robots d'assistance sociaux sont très nombreux et variés. Ils peuvent, par exemple, s'occuper de la prise des rendez-vous médicaux à la place de la personne, communiquer des informations sur la météo ou encore agir à titre de compagnons. En ce sens, ces robots peuvent interagir et tenter de créer une relation avec des individus dans le but d'améliorer leur bien-être et leur santé psychologique (Broekens et al., 2009).

L'un de ces robots, le robot humanoïde NAO, créé par la compagnie Softbank robotics en 2006 (et maintenant rendu à la version 6 en 2018) peut agir à titre de compagnon ainsi qu'à titre d'assistant pour la personne qui requiert ses services (Softbank robotics, S.D.). Ayant 58 centimètres de hauteur, le robot NAO est souvent utilisé dans les domaines de l'éducation ou de la recherche (Beck et al., 2010; Mubin et al., 2013). De plus, ce robot est doté de différentes fonctionnalités telles que des articulations, des capteurs placés à différents endroits sur son corps, des micros ou encore des haut-parleurs qui lui permettent, entre autres, de se mouvoir et de se repérer dans l'espace, d'interagir avec les humains en 20 langues différentes, mais aussi de simuler plusieurs émotions (Softbank robotics, S.D.).

Capacité du robot NAO à reproduire des émotions

La posture, la position de sa tête, le son, la voix ainsi que les lumières LED autour de ses yeux sont des éléments dont dispose le robot et qui ont été utilisés par différentes études afin de lui faire reproduire les émotions de base telles que la joie, la tristesse, la peur ou la

colère (Beck et al., 2010; Beck et al., 2013; Bertacchini et al., 2017; Cohen et al., 2011; Erden, 2013; Häring et al., 2011; Johnson et al., 2013; Lopez et al., 2017).

Les expressions faciales, caractérisées par des changements au niveau de la forme du visage et de la texture de la peau (Torre et Cohn, 2011), sont habituellement un élément important pour la communication non-verbale lors d'interactions ayant lieu entre humains (Mehrabian, 1972). Une étude ayant été effectuée par Cohen et ses collaborateurs (2014) démontre cependant qu'une bonne reconnaissance des émotions peut tout de même être faite sans la présence d'expressions faciales lors d'interactions humain-robot. En effet, cette étude, ayant été menée avec les robots iCat et NAO auprès d'enfants âgés de 8 et 9 ans, démontre que les émotions peuvent être reconnues avec ces deux robots. C'est grâce aux mouvements des yeux, des paupières, des sourcils, des lèvres ainsi qu'avec la voix du robot iCat que les enfants ont pu identifier correctement les émotions qui ont été simulées, alors que chez le Robot NAO, c'est avec la posture du corps, les lumières LED autour des yeux et la voix du robot NAO.

Deux études ayant été effectuées par Beck et ses collaborateurs (2010; 2013) démontrent qu'il est possible pour des adultes ainsi que pour des enfants de reconnaître les différentes émotions qui sont reproduites par le robot NAO. La colère, la tristesse, la peur, la fierté, la joie et l'excitation ont été simulées par le robot dans les deux études et ont toutes été bien identifiées par les participants. Par ailleurs, l'impact de la position de la tête sur la reconnaissance des émotions a également été étudié dans ces mêmes études. Les résultats démontrent une influence de la position de la tête sur les réponses des participants. En effet, pour une même émotion, les réponses pouvaient être différentes si la tête était en position haute ou basse. Ainsi, pour la colère, les participants indiquaient la bonne émotion lorsque la

tête du robot était basse alors qu'ils indiquaient plutôt la joie ou l'excitation lorsque la tête était haute.

Techniques d'induction des émotions utilisées dans le milieu de la recherche

Les méthodes d'induction émotionnelle sont beaucoup utilisées dans le domaine de la recherche afin d'étudier l'influence de l'humeur sur le fonctionnement cognitif d'un individu (Gilet, 2008). Plusieurs méthodes sont à ce jour utilisées afin d'induire des émotions positives ou négatives à des humains. Certaines méthodes seraient plus utilisées que d'autres, comme la présentation de films ou de musique, le rappel autobiographique ainsi que la méthode de Velten¹ (Gilet, 2008).

Tout d'abord, la présentation de films ou de musique est une méthode selon laquelle différents extraits de musicaux ou de films qui sont en lien avec différentes émotions sont présentés aux individus (Clark, 1983; Gouaux, 1971; Gross & Levenson, 1995; Jallais & Gilet, 2010; Mathews & Bradle, 1983; Mayer et al., 1990; Philippot, 1993). En ce qui concerne le rappel autobiographique, il s'agit d'une technique dans laquelle le participant doit se rappeler et écrire des événements qu'il a vécus dans le passé en lien avec une émotion en particulier (joie, tristesse, colère, etc.). Il est important que le plus de détails possibles soient rapportés (Jallais & Gilet, 2010; Mathews & Bradle, 1983). Finalement, la méthode de Velten (Velten Jr, 1968) est une méthode dans laquelle différentes phrases ayant une charge émotionnelle positive, neutre ou négative sont présentées à un individu pour générer un affect associé (Chartier & Ranieri, 1989; Nelson & Stern, 1988; Sinclair et al., 1994).

¹ Méthode d'induction émotionnelle mise sur pied par Velten (1968) sera décrite dans le prochain paragraphe.

Également, dans le but d'augmenter l'efficacité de l'induction d'une émotion, il est possible d'utiliser plusieurs méthodes d'induction émotionnelle de façon simultanée. De cette façon, la première méthode utilisée permet de retenir l'attention des participants tandis que la seconde méthode permet d'établir une atmosphère en lien avec l'émotion souhaitant être induite (Gilet, 2008). Par exemple, la méthode de Velten et de la musique pourraient être utilisées de façon concomitante afin d'induire une émotion à un individu (Mathews & Bradle, 1983; Mayer et al., 1990).

Par ailleurs, selon une étude réalisée par Slyker et McNally (1991), le simple fait de demander à quelqu'un de ressentir une humeur précise peut changer son état émotionnel. Ainsi, dans cette étude, 60 participants âgés en moyenne de 21,88 ans (*écart type (É.T.)* = 5,00) ans ont été soumis à différentes méthodes d'induction émotionnelle (instructions seulement, instructions et méthode de Velten, instructions et musique, instructions, méthode de Velten et musique). Chaque participant a été soumis à une seule de ces conditions. Des affects anxieux puis dépressifs leur ont été induits (selon la méthode de la condition dans laquelle ils étaient assignés). Les chercheurs rapportent une bonne efficacité de chacune des méthodes. Également, le simple fait de demander à un individu de changer son humeur (condition instructions seulement) pour une humeur anxieuse ou dépressive pouvait influencer cette dernière puisque 53 % des participants de cette condition ont vu leur affect changer lors de l'induction d'affects anxieux alors que les affects de 67 % d'entre eux ont changé lors de l'induction d'affects dépressifs. Les résultats ont révélé que l'utilisation des trois méthodes de façon simultanées (instruction, méthode de Velten et musique) permettait d'induire le plus haut pourcentage d'affects anxieux (73 %) alors que la méthode instructions seulement permettait le plus haut pourcentage d'induction d'affects dépressifs (67 %).

Lors du processus d'induction d'une émotion, le simple fait de révéler l'objectif de l'étude peut influencer l'état émotionnel des individus (Gilet, 2008). Afin d'éviter d'influencer l'état émotionnel des participants, différentes solutions peuvent être utilisées par les chercheurs. Par exemple, il est possible de cacher le réel objectif de l'étude ou encore de faire croire aux participants que la tâche d'induction émotionnelle et la tâche qu'ils devront faire par la suite ne sont pas reliées (Gilet, 2008).

L'utilisation des technologies comme méthode d'induction émotionnelle est également de plus en plus répandue dans le domaine de la recherche. La réalité virtuelle fait notamment partie des technologies utilisées afin d'induire des états émotionnels à des individus. Il s'agit en fait de présenter à ces derniers un environnement en trois dimensions ou encore un environnement dans lequel ils peuvent interagir, et qui évoque un état émotionnel précis, afin d'induire l'état émotionnel qui est souhaité (Baños et al., 2006; Diniz Bernardo et al., 2021; Rodríguez et al., 2015). Cette technique semble avoir de nombreux avantages sur les autres techniques d'induction émotionnelle qui ont été présentées précédemment. En effet, elle permet à l'individu de vivre une expérience immersive dans un environnement qui est sécuritaire. Elle permet également la stimulation de nombreux sens tels que la vue, l'ouïe, le sens vestibulaire, en plus du toucher et de la proprioception (Riva et al., 2019).

Les robots d'assistance sociaux constituent une autre technologie utilisée afin d'induire des états émotionnels. Ainsi, dans une étude réalisée par Xu et al. (2015), les chercheurs souhaitaient savoir comment l'affect d'une personne pouvait être influencé par une interaction avec un robot, notamment le robot NAO. Au total, 36 participants âgés en moyenne de 26,6 ans ($\bar{E.T.} = 4,1$) devaient imiter des séquences de mouvements (effectués

par le robot NAO) associés à un affect positif et négatif. Au total, les participants devaient reproduire deux sessions de 10 mouvements chacune et étaient assignés à la condition facile ou difficile. De plus, les performances des participants étaient identifiées comme étant correctes ou incorrectes. Les résultats de cette étude démontrent que l'état affectif des participants semble être influencé par l'état simulé par le robot NAO.

Une autre étude, réalisée par Diaz-Montilla et del Pobil (2015), a utilisé le robot NAO afin d'induire un état émotionnel à 48 individus. Les participants étaient divisés en trois groupes de 16 participants chacun. Les participants du premier groupe étaient âgés entre 26 et 59 ans ($\bar{E.T.} = 8,83$), ceux du deuxième groupe étaient âgés entre 19 et 45 ans ($\bar{E.T.} = 6,54$) et pour le troisième groupe, ils étaient âgés entre 20 et 49 ans ($\bar{E.T.} = 9,35$). Dans cette étude, les chercheurs ont évalué la capacité de langage corporel du robot NAO pour influencer l'induction d'émotions positives. Ainsi, la méthode de Velten était combinée à la posture du robot afin de simuler une émotion positive, négative ou exaltée. La position de la tête et des bras en plus de la vitesse des mouvements étaient utilisées afin de discriminer les émotions simulées par le NAO (positives, négatives ou exaltés). La vitesse de la parole ainsi que le ton de la voix ont également été pris en compte. Les résultats obtenus indiquent que lorsque le langage corporel du robot NAO était positif, l'attitude positive des participants en lien avec les déclarations positives de la méthode de Velten semblait être renforcée. De plus, un langage corporel négatif projeté par le robot NAO pouvait influencer négativement le processus d'induction émotionnelle.

En somme, les résultats de ces études indiquent que plusieurs techniques peuvent être utilisées pour induire différentes émotions (Baños et al., 2006; Diniz Bernardo et al., 2021; Rodríguez et al., 2015). Parmi celles-ci, les quelques études ayant utilisé le robot Nao

démontrent une bonne efficacité lors de l'induction d'une émotion positive et négative. Ainsi, compte tenu de sa facilité d'utilisation et sa capacité à interagir de façon adéquate avec des humains (Filippini et al., 2021), il pourrait être intéressant d'utiliser sa capacité à induire des émotions à des individus dans le cadre de différents contextes (scolaire, travail, intervention).

Impact des émotions sur les performances cognitives

Les émotions d'un individu peuvent avoir des impacts sur ses performances cognitives et une fluctuation même légère de celles-ci peut influencer son fonctionnement cognitif (Mitchell & Phillips, 2007). Le jugement, la prise de décision ainsi que la mémoire seraient des fonctions cognitives qui seraient affectées par les humeurs ressenties par une personne (Aspinwall, 1998). Par ailleurs, les différentes émotions que ressent une personne pourraient influencer la manière dont cette dernière traite l'information (par exemple, en s'attardant à l'information négative si la personne se sent plus dépressive). Au contraire, un état émotionnel positif pourrait exercer une influence positive sur les processus cognitifs qui sont impliqués dans la prise de décision d'un individu (Isen & Labroo, 2003). De plus, plusieurs pensées intrusives peuvent survenir lorsqu'une personne ressent des émotions positives ou négatives. Ainsi, lors de l'exécution d'une tâche, lorsque les pensées non pertinentes (qu'elles soient positives ou négatives) sont en plus grande quantité que celles pertinentes à l'exécution de la tâche, la performance se verra être diminuée (Seibert & Ellis, 1991). Dans une étude menée par Seibert et Ellis (1991), les pensées intrusives ont été auto rapportées par les participants, après que ceux-ci aient été soumis à des éléments leur induisant un état émotionnel heureux, neutre ou triste. Les résultats obtenus dans cette étude

suggèrent que les pensées intrusives sont plus fréquentes lors d'un état émotionnel heureux ou triste que lors d'un état émotionnel neutre.

D'autres études se sont également intéressées aux impacts que peuvent avoir les émotions des individus sur les performances cognitives, notamment sur les fonctions exécutives (Oaksford et al., 1996; Phillips et al., 2002; Simpson et al., 2014; Vieillard & Bougeant, 2005). Ainsi, Simpson et ses collaborateurs (2014) se sont penchés sur la relation entre les affects positifs et négatifs ressentis au quotidien et les performances cognitives chez 387 adultes recrutés dans différents groupes communautaires pour aînées provenant de différents pays. Les participants étaient séparés en deux groupes. Les participants du premier groupe étaient en provenance de Rome, de la France et de Grenoble et avaient une moyenne d'âge de 61,8 ans ($\acute{E}.T. = 4,4$). Pour le second groupe, les participants étaient en provenance de l'Irlande du Nord, du Royaume-Uni et de la France et étaient âgés d'en moyenne 74,3 ans ($\acute{E}.T. = 3,7$). L'affect des participants était mesuré de façon quotidienne durant une période de quatre jours à l'aide d'un questionnaire. La moyenne des résultats obtenus permettait de voir l'état émotionnel des participants au quotidien. En contrôlant les variables socio-démographiques des participants (l'âge, le sexe et la classe sociale), les auteurs ont démontré que les affects quotidiens d'un individu avaient une influence sur les performances cognitives. Les affects positifs permettaient un traitement de l'information plus rapide en ce qui concerne une tâche d'attention soutenue. En revanche, lorsqu'un individu ressentait des affects négatifs, cela lui permettait de faire moins d'erreurs dans une tâche concernant les informations spatiales en mémoire de travail.

Une autre étude portant sur l'impact des émotions sur la mémoire de travail a été réalisée par Vieillard et Bougeant (2005). Cette fois, les auteurs se sont penchés sur l'impact

des émotions négatives sur la mémoire de travail. Au total, ce sont 48 étudiants âgés en moyenne de 22 ans qui ont participé à l'étude. Les résultats suggèrent qu'un état émotionnel négatif aurait un impact négatif sur les performances des individus. En effet, les participants qui avaient été soumis à un processus d'induction émotionnelle négatif faisaient plus d'erreurs à un test d'empan² mesurant les performances de mémoire de travail verbale et avaient un processus de réponse plus long que ceux ayant été soumis à un processus d'induction émotionnelle neutre.

Une méta-analyse réalisée par Moran (2016) dans laquelle 177 études ont été analysées s'est intéressée à l'impact que peut avoir l'anxiété sur les performances de mémoire de travail. Selon cette méta-analyse, l'anxiété aurait un impact négatif sur les performances des individus à des tâches de mémoire de travail. Également, une étude réalisée par Rose et Ebmeier (2006) a porté sur l'effet de la dépression sur les performances de mémoire de travail. Dans cette étude, 20 personnes âgées d'en moyenne 34,65 ans (*É.T.* = 8,89) ayant reçu un diagnostic de trouble de dépression majeure ainsi que 20 personnes âgées d'en moyenne 30.80 ans (*É.T.* = 8.89) sans diagnostic ont pris part à l'étude. Des tâches d'attention et de mémoire de travail ont été administrées aux participants des deux groupes. En ce qui concerne les résultats, de meilleures performances étaient observées chez les participants sans diagnostic que ceux ayant un diagnostic de trouble de dépression majeure.

Finalement, une étude réalisée par Storbeck et Maswood (2016), a porté sur l'effet des affects positifs et négatifs sur des performances à des tâches de mémoire de travail

² Découvert par Miller en 1956, l'empan correspond à la quantité d'information que peut contenir la mémoire à court terme et se situe entre cinq et neuf items (Fortin et Rousseau, 2015).

verbale et spatiale. Dans cette étude, 120 participants âgés d'en moyenne 20,62 ans ($\bar{E.T.} = 4,29$) ont été assignés au hasard à une induction émotionnelle positive, neutre ou négative. Afin d'induire une émotion aux participants, ces derniers devaient regarder un court film. Des tâches de mémoire de travail verbale et spatiale leur ont ensuite été administrées. En ce qui concerne les résultats, de meilleures performances ont été observées pour les participants qui avaient été soumis à une induction émotionnelle positive, tant en modalité verbale que spatiale. Toutefois, aucune différence n'a été observée entre les performances des participants ayant été soumis à une induction émotionnelle négative ou neutre aux différents essais composant les tâches de mémoire de travail.

Objectifs de l'étude

Les études portant sur l'utilisation du robot NAO afin d'induire des états émotionnels à des individus demeurent limitées. Comme mentionné précédemment, seulement deux études se sont intéressées à l'induction d'état émotionnel avec ce robot (Diaz-Montilla & del Pobil, 2015; Xu et al., 2015). Toutefois, à notre connaissance, l'étude de l'impact de ses émotions induites à un individu sur ses performances cognitives n'a jamais été explorée. Puisque le robot NAO est souvent utilisé dans le domaine de la recherche et de l'éducation, en plus d'être utilisé afin de servir d'assistant auprès des personnes ayant certains besoins plus spécifiques, il peut être pertinent de vérifier les impacts que peut avoir la simulation d'émotions par ce robot sur les individus qui requièrent ses services.

C'est en se basant sur l'étude de Diaz-Montilla et del Pobil (2015) dans laquelle les chercheurs ont utilisé le robot humanoïde NAO, ainsi que sur les études portant sur l'impact des émotions sur les performances de mémoire de travail (Phillips et al., 2002; Simpson et

al., 2014; Storbeck & Maswood, 2016; Vieillard & Bougeant, 2005) que les objectifs et les hypothèses de la présente étude ont pris appui.

Ainsi, l'objectif général de l'étude était de déterminer si les différentes émotions qui sont simulées par le robot NAO peuvent être induites à des humains âgés entre 19 et 59 ans, et si ces émotions peuvent exercer une influence sur les performances cognitives, plus particulièrement les tâches de mémoire de travail spatiale et verbale. Cette tranche d'âges a été privilégiée puisqu'il s'agit de la même tranche d'âge utilisée dans l'étude de Diaz-Montilla et del Pobil (2015) ce qui permettra de pouvoir comparer les résultats obtenus lors du processus d'induction émotionnelle. Plus précisément, les objectifs de cette étude sont de :

- 1) Déterminer si le robot NAO peut induire un état émotionnel à des individus.
- 2) Déterminer si l'état émotionnel qui a été induit par le robot peut avoir un impact sur les performances d'un individu à des tâches de mémoire de travail verbale et spatiale.

Hypothèses

Pour la présente étude, les hypothèses qui ont été retenues sont les suivantes :

- 1a) L'état émotionnel des individus qui participent à l'étude devrait changer en fonction des émotions qui sont représentées par le robot NAO. Ainsi, une émotion positive simulée par le robot NAO devrait influencer positivement l'état émotionnel d'un individu.
- 1b) La simulation d'une émotion négative par le robot NAO devrait influencer de façon négative l'état émotionnel des participants.

- 2a) Les différentes émotions induites aux participants exerceront une influence sur les performances cognitives de ceux-ci lors de la réalisation d'une tâche de mémoire de travail. De meilleures performances seront observées chez les participants ayant été soumis au processus d'induction d'une émotion positive que ceux ayant été soumis au processus d'induction d'une émotion négative.
- 2b) Les participants ayant rapportés souffrir d'un trouble anxieux ou de l'humeur auront des résultats plus faibles aux tâches mesurant la mémoire de travail.

Méthode

Devis de recherche

Afin d'atteindre les objectifs visés par l'étude, une méthodologie quantitative a été priorisée. Par ailleurs, le devis de recherche sélectionné était un devis expérimental puisque c'est la variation d'une condition (émotion simulée par le robot) qui a permis d'étudier les effets de cette variation sur les comportements (état émotionnel des participants; Sabourin, 1988). Également, les participants étaient répartis de façon aléatoire dans chacune des conditions à l'étude, soit la condition dans laquelle le robot simulait une émotion positive ou celle où il simulait une émotion négative. Les participants n'étaient pas mis au courant des réels objectifs de l'étude avant de participer afin de ne pas influencer les résultats obtenus (ils en ont été informés à la fin de l'étude).

Participants

Le nombre de participants nécessaires pour la réalisation de l'étude a été déterminé à l'aide du logiciel de statistiques G*Power (Faul et al., 2009). Ainsi, selon les résultats du logiciel, afin d'obtenir une taille d'effet (η^2) de 0.5, une puissance statistique de 0.80 et un seuil de signification $p = 0.05$, le nombre total de participants nécessaires à la réalisation de l'étude était de 128.

Afin d'être admissible à l'étude, il était important que les participants répondent aux critères suivants :

- 1) Être âgé entre 19 et 59 ans;
- 2) Être apte légalement à consentir à la participation à l'étude;

Le critère d'exclusion suivant devait aussi être respecté afin de pouvoir être admissible à l'étude :

- 1) Ne pas avoir reçu de diagnostic de trouble neurocognitif.

Instruments

Le questionnaire sociodémographique a été administré aux participants avant le début de l'expérimentation. Tous les autres instruments utilisés ont été utilisés à deux reprises, soit une fois avant que le participant ait été soumis à l'induction d'une émotion avec le robot NAO et une fois après que l'induction eut été effectuée, dans l'ordre présenté ci-dessous.

Questionnaire sociodémographique

Différents renseignements permettant une meilleure description des participants ont été recueillis à l'aide d'un questionnaire sociodémographique (p. ex., sexe, niveau de scolarisation, occupation des participants; voir appendice A). Par ailleurs, différentes questions en lien avec le profil médical des participants ont permis de recueillir des informations en lien avec des problèmes de santé physique ou psychologique pouvant être vécus par les participants. Si des troubles psychiatriques et des troubles neurocognitifs étaient rapportés par les participants dans ce questionnaire, ces derniers se voyaient être exclus de l'étude.

Positive and Negative Affective States (PANAS)

Le *Positive and Negative Affective States* (PANAS; voir appendice B) est un questionnaire autorapporté permettant de mesurer les affects positifs et négatifs des individus (Gaudreau et al., 2006). Ce questionnaire, créé par Watson et ses collaborateurs en 1988,

comporte deux échelles de 10 items, soit une échelle d'affects positifs et une échelle d'affects négatifs. Ces deux échelles comportent des échelles de Likert à cinq niveaux (1- Très peu ou pas du tout, 2- Un peu, 3- Modérément, 4- Beaucoup, 5- Énormément). Ce questionnaire a été traduit en plusieurs langues, dont le français (Gaudreau et al., 2006). La cohérence interne pour l'échelle d'affects positifs est de 0,89 alors qu'elle se situe à 0,85 pour l'échelle d'affects négatifs (Crawford & Henry, 2004).

Sous-échelle *Séquences de chiffres* du Wechsler Adult Intelligence Scale | Fourth Edition (WAIS-IV)

Le *Wechsler Adult Intelligence Scale - Fourth edition* (WAIS-IV; (Wechsler et al., 2008) est une batterie de 10 sous-tests ayant été conçue afin d'évaluer les performances cognitives des adultes, notamment en ce qui concerne la mémoire de travail, la vitesse de traitement, la compréhension verbale et le raisonnement perceptif. On retrouve des normes pour cette batterie de tests pour tous les adultes âgés entre 16 et 90 ans. L'épreuve *Séquences de chiffres* est un sous-test qui permet de mesurer les performances de mémoire de travail verbale. Ce test permet d'évaluer si l'individu est en mesure de conserver et manipuler des informations auditives qui lui sont données (Wechsler et al., 2008). Pour la passation de ce sous-test, l'examineur doit donner une série de chiffres au participant. Ce dernier doit ensuite les répéter dans le même ordre et, dans une autre partie de la tâche, dans l'ordre inverse et en ordre croissant. Les résultats obtenus se situent entre 0 et 48 (Wechsler et al., 2008). Ce sous-test du *WAIS-IV* démontre une bonne fidélité test-retest lorsqu'il est administré jusqu'à 82 jours d'intervalle avec un coefficient de Pearson de 0,82. Également, un effet d'apprentissage est observé lorsque la tâche est effectuée à deux reprises avec un

délai de 8 à 82 jours entre les deux passations ($M = 22$). Une différence significative est alors observée entre la première et la deuxième passation de la tâche. Toutefois, la taille d'effet associée à cette différence est petite ($d = 0.20$; Wechsler, 2008). De plus, à notre connaissance, aucune étude ne s'est penchée sur les effets d'apprentissage de cet outil dans un plus court délai.

Test des blocs de Corsi

La batterie de tests *Échelle clinique de mémoire* de Wechsler (MEM-III). a été conçue afin d'évaluer les capacités de mémoire et d'apprentissage des adultes âgés entre 16 et 89 ans. Plus précisément, cette batterie donne de l'information sur les compétences de l'adulte en ce qui concerne la mémoire de travail, la mémoire immédiate ainsi que la mémoire générale (Wechsler, 2001). L'épreuve des *blocs de Corsi* (Corsi, 1972) est un sous-test se retrouvant dans cette batterie, et mesure les performances de mémoire de travail en modalité spatiale. Ainsi, c'est l'empan visuospatial des participants qui est évalué durant cette épreuve. Pour cette tâche, le participant doit répéter les mêmes séries de blocs qui ont été touchés par l'examineur sur une planche contenant un total de neuf cubes. Le rappel est effectué dans un premier temps en ordre direct puis en ordre inverse (Fournier & Albaret, 2013). Les scores obtenus lors de la réalisation de ce test se situent entre 0 et 32 (Wechsler, 2001). Ce sous-test du *MEM-III* démontre une bonne fidélité avec une moyenne de 0,85 pour les tranches d'âge de 16 à 89 ans. Également, le coefficient de stabilité test-retest pour un échantillon âgé entre 16 et 54 ans est de 0,64 pour ce sous-test (Wechsler, 2001). De plus, un effet d'apprentissage est observé lorsque la tâche est effectuée à deux reprises avec un délai d'une semaine entre les deux passations (Vandierendonk et al., 2004). A notre connaissance,

aucune étude ne s'est toutefois intéressée à l'effet d'apprentissage observé lorsque cet outil est utilisé dans un délai plus court.

Journal de bord

Durant la durée complète de la phase d'expérimentation, les observations de l'examineur ont été prises dans un journal de bord (appendice C). Ce document a permis de conserver au même endroit des renseignements en lien avec les commentaires faits, les réactions physiques et les questions posées par chaque participant durant la rencontre de collecte de données. Également, toutes les informations en lien avec des problèmes technologiques survenus durant les rencontres ont également été notées dans ce document. Par exemple, lors d'une rencontre avec un participant, un problème informatique est survenu avec le robot NAO. Ce dernier a dû être redémarré avant de pouvoir procéder au processus d'induction émotionnelle et l'évaluateur a pu inscrire ce contretemps dans le journal de bord.

Processus d'induction émotionnelle

Lors du processus d'induction émotionnelle, le robot humanoïde NAO était placé sur une table face aux participants. L'évaluateur mettait le robot en marche afin qu'il simule des émotions positives ou négatives et le participant était invité à observer le robot. Ainsi, dans la condition positive, le robot simulait des émotions positives à l'aide de sa posture et des couleurs LED qui se retrouvent autour de ses yeux, tout en répétant différentes phrases positives. Dans cette condition, la voix du robot était plus aigüe. Les phrases dites par le robot étaient : « je me sens joyeux et vif, je me sens enthousiaste et confiant et je me sens incroyablement bien aujourd'hui ». La procédure était la même pour la condition où une émotion négative devait être induite aux participants. La voix du robot était alors plus grave

et les phrases répétées étaient : « je suis tellement fatigué, je me sens un peu déprimé aujourd'hui et le simple fait de me lever demande un gros effort ». Pour les deux conditions à l'étude, le processus d'induction émotionnelle était d'une durée d'environ deux minutes.

Programmation du robot NAO

Le robot NAO utilisé dans le présent projet de recherche a été programmé par un étudiant à la maîtrise en informatique à l'Université du Québec à Chicoutimi (UQAC). Il a été assisté par une étudiante du doctorat en psychologie de UQAC. Ainsi, c'est en se basant sur différentes études que les postures, la couleur des lumières LED autour de ses yeux et la voix du robot (associées à des émotions positives et des émotions négatives) ont été déterminées (Diaz-Montilla & del Pobil, 2015; Greczek et al., 2011; Schinder et al., 2008). L'étudiant en informatique a ensuite pu programmer la simulation de ces émotions par le robot NAO sur le logiciel *Choregraphe* pour que le robot puisse simuler les émotions lors des rencontres d'expérimentation. Les résultats obtenus ont ensuite été présentés à l'équipe de recherche afin de pré-tester la reconnaissance des émotions simulées (voir Figure 1).

Figure 1

Robot NAO neutre



Photo personnelle

Procédure et déroulement de la recherche

Phase 1 : Recrutement

Tout d'abord, le présent projet de recherche a été accepté par le comité d'éthique de la recherche de l'UQAC. Dans le but de recruter des participants, une annonce du projet de recherche a été déposée sur Facebook et a été envoyée aux étudiants de l'UQAC par courriel grâce aux services des communications. Également, des annonces ont également été effectuées dans différents cours de l'UQAC. Les personnes intéressées à participer à l'étude devaient contacter l'étudiante responsable par courriel. Durant cet échange de courriels, le projet de recherche était brièvement expliqué aux participants, en plus de répondre à toutes leurs questions. Par la suite, si le participant était toujours intéressé par l'étude, l'étudiante responsable ou ses assistants vérifiaient que le participant remplissait les critères d'inclusion afin de pouvoir participer à l'étude. Un rendez-vous pouvait ensuite être fixé afin de compléter l'expérimentation.

Phase 2 : Expérimentation en laboratoire

Dans le cadre de ce projet de recherche, des rencontres individuelles d'une durée d'environ 30 minutes ont été effectuées avec les participants. Les participants étaient assignés de façon aléatoire entre deux conditions, soit celle où le robot humanoïde NAO simule des émotions positives ou celle où il simule des émotions négatives. Pour les deux conditions, le déroulement de l'expérimentation en laboratoire était exactement la même.

Les rencontres avec les participants ont eu lieu dans un local à l'UQAC. L'évaluateur responsable ou ses assistants accueillaient les participants au local où a eu lieu l'expérimentation. Au tout début de la rencontre, le projet de recherche était expliqué aux

participants. Le réel objectif leur était toutefois caché afin de ne pas influencer les résultats de l'étude. Ainsi, il était mentionné que l'objectif de l'étude était d'étudier l'influence d'une interaction avec le robot NAO sur les performances à des tâches de mémoire de travail. Les évaluateurs devaient s'assurer que les participants comprenaient bien les implications de leur participation, en plus de répondre à chacune de leurs questions.

Durant l'expérimentation, les participants étaient assis sur une chaise et l'évaluateur était assis en face d'eux. L'évaluateur débutait la rencontre par la signature du formulaire de consentement (voir appendice D) ainsi que par la passation du questionnaire sociodémographique. Le questionnaire *Positive and Negative Affective States (PANAS;* Gaudreau et al., 2006) était ensuite complété dans le but de connaître l'état émotionnel de départ des participants. Par la suite, la passation du test des *blocs de Corsi* (Corsi, 1972) et de la sous-échelle *Séquence de chiffres du Wechsler Adulte Intelligence Scale* (Wechsler, 2008) était effectuée (voir appendice E et F). Le robot NAO était ensuite présenté aux participants et placé face à eux sur la table. Une simulation positive ou négative avec le robot humanoïde NAO pouvait ensuite débiter afin d'induire ces émotions aux participants.

Une fois la simulation avec le robot terminée, le questionnaire *Positive and Negative Affective States*, le test des *blocs de Corsi* ainsi que la sous-échelle *Séquence de chiffres du Wechsler Adulte Intelligence Scale* (Corsi, 1972; Wechsler et al., 2008) étaient de nouveau administrés aux participants.

À la fin de l'expérimentation, les réels objectifs de l'étude étaient expliqués aux participants. Encore une fois, les évaluateurs responsables de l'expérimentation devaient s'assurer que ces explications étaient bien comprises par les participants et que toutes leurs questions étaient répondues. Si le participant souhaitait que les données obtenues grâce à sa

participation à l'étude soient conservées après le dévoilement de l'objectif réel, un nouveau formulaire de consentement était signé (voir appendice G). Si le participant ne souhaitait pas que les données soient conservées, ces dernières étaient alors détruites. Par ailleurs, durant la totalité de la rencontre, l'examineur était invité à prendre en note tous les commentaires, les questions ou les réactions des participants dans le journal de bord prévu à cet effet. À la fin de la rencontre avec les participants, la cotation des tests était effectuée par les évaluateurs responsables de la collecte de données.

Résultats

Description de l'échantillon

L'échantillon total se compose de 23 participants. Les résultats d'un des participants ont toutefois dû être écartés en raison d'un problème technologique survenu avec le robot NAO durant l'expérimentation. Ainsi, l'échantillon total de la présente étude se compose de 22 participants âgés entre 19 et 56 ans ($M = 28,64$; $É.T. = 10,84$). Au total, 12 personnes (54,5 %) ont participé à la condition dans laquelle une émotion positive était simulée (condition 1) par le robot humanoïde NAO, alors que 10 participants (45,5 %) étaient dans la condition où une émotion négative était simulée (condition 2). Sur l'ensemble des participants, on compte 8 hommes (36,4 %) et 14 femmes (63,6 %). De ce nombre, 9 femmes (64,29 %) et 3 hommes (37,5%) ont participé à la condition 1. La langue maternelle de toutes les personnes ayant participé est le français. Également, 17 participants (77,3 %) sont nés au Québec, alors que cinq (22,7 %) proviennent de l'extérieur du Canada (France, Belgique et Guinée).

Le Tableau 1 indique le plus haut niveau de scolarité complété par les personnes qui ont participé à l'étude.

Tableau 1

Plus haut niveau de scolarité complété par les participants

Degré de scolarité	Nombre de participants et pourcentage de l'échantillon
Secondaire 5	1 (4,5%)
Collégial	8 (36,4%)
Baccalauréat	8 (36,4%)
Maîtrise	3 (13,6%)
Doctorat	2 (9,1%)

Également, parmi notre échantillon, quatre participants (18,2%) ont indiqué avoir rencontré différentes difficultés durant leur parcours scolaire.

En ce qui concerne l'état de santé général des participants, au niveau psychologique, deux participants ont répondu avoir un trouble anxieux (9,1 %) et un participant a mentionné avoir un trouble de l'humeur (4,5 %).

Première hypothèse : Effet de la simulation d'une émotion par le robot humanoïde NAO sur l'état émotionnel des participants dans chacune des conditions à l'étude

Afin de déterminer si le robot humanoïde NAO a eu un impact sur l'état émotionnel des participants, les moyennes des résultats obtenus au questionnaire *PANAS* (Gaudreau et al., 2006) avant et après le processus d'induction émotionnel ont été comparés à l'aide d'un test de Student (*t*) pour échantillons appariés (Fields, 2017) pour chacune des conditions à l'étude (induction d'une émotion positive et induction d'une émotion négative). Ce test

permet de comparer les différences entre deux moyennes d'un même participant. Ainsi, pour les participants de la condition positive, aucune différence n'est observée entre les résultats obtenus aux items positifs du questionnaire PANAS (Gaudreau et al., 2006) avant ($M = 30,25$, $\acute{E}.T. = 5,68$) et après ($M = 30,33$, $\acute{E}.T. = 8,92$) le processus d'induction émotionnelle ($t(11) = -0,061$, $p = 0,476$). Pour ce même groupe, pour les items correspondant aux émotions négatives dans le questionnaire PANAS (Gaudreau, Sanchez, & Blondin, 2006), aucune différence significative n'est encore une fois observée avant ($M = 12,33$, $\acute{E}.T. = 3,37$) et après ($M = 11,67$, $\acute{E}.T. = 2,71$) le processus d'induction émotionnelle ($t(11) = 0,924$, $p = 0,188$).

Ces mêmes analyses ont été effectuées pour les participants ayant été soumis au processus d'induction d'une émotion négative. Pour les items représentant les émotions positives du questionnaire PANAS (Gaudreau et al., 2006), aucune différence significative n'est observée avant ($M = 29,80$, $\acute{E}.T. = 6,94$) et après ($M = 29,10$, $\acute{E}.T. = 7,81$) le processus d'induction émotionnelle avec le robot humanoïde NAO ($t(9) = 0,751$, $p = 0,236$). Pour les items correspondants aux émotions négatives, encore une fois, aucune différence significative n'est observée avant ($M = 13,00$, $\acute{E}.T. = 2,62$) et après ($M = 12,60$, $\acute{E}.T. = 2,59$) le processus d'induction émotionnelle ($t(9) = 0,688$, $p = 0,254$).

Également, tous les items du questionnaire PANAS (Gaudreau et al., 2006) ont été vérifiés individuellement à l'aide d'un test de Student pour échantillons appariés. Les postulats de normalité et d'homogénéité semblent respectés pour chacune des conditions à l'étude (appendice I).

Comme indiqué dans le Tableau 2 et 3 (où les résultats pour chacun des items sont présentés pour chacune des conditions à l'étude), aucune différence significative n'est observée entre les participants ayant été soumis à un processus d'induction d'émotions positives et ceux ayant été soumis à un processus d'induction émotionnelle négatif, pour tous les items du questionnaire. Une différence significative est toutefois observée pour l'émotion enthousiaste avant et après le processus d'induction émotionnelle pour les participants de la condition positive. Cependant, la taille d'effet associée à cette différence est petite ($d = 0,09$).

Résultats supplémentaires

Un test t bilatéral pour échantillon indépendant a été utilisé afin de déterminer s'il existe une différence entre le sexe des participants et leur état émotionnel. Les résultats obtenus sont présentés dans le Tableau 2. Ainsi, aucune différence significative n'est observée entre les hommes et les femmes au premier temps de mesure pour l'état émotionnel positif ($t(20) -0,708 p = 0,487$) et pour l'état émotionnel négatif ($t(20) 0,448 p = 0,659$). En ce qui concerne le deuxième temps de mesure, aucune différence n'est observée entre les hommes et les femmes pour les émotions positives ($t(20) -0,517 p = 0,611$) et les émotions négatives ($t(20) -0,374 p = 0,712$).

Une analyse de variance de Kruskal-Wallis (H) a été utilisée afin de déterminer s'il existe une différence significative entre l'état affectif des participants ayant affirmé avoir un trouble anxieux, un trouble de l'humeur et ceux n'ayant rapporté aucune problématique au niveau de la santé psychologique. Ce test permet de comparer plus de deux groupes ou conditions qui ont des scores indépendants (Fields, 2017). Ce test a été effectué en raison d'une trop grande disparité entre le nombre de participants dans chacun de ces groupes.

Tableau 2

Test de Student bilatéral – Condition positive

Émotions	Moyenne	Écart type	<i>t</i>	Signification
Intéressé(e)	-0,083	0,669	-0,432	0,674
Angoissé(e)	0,333	0,888	1,301	0,220
Excité(e)	-0,250	1,357	-0,638	0,536
Fort(e)	-0,083	0,289	-1,000	0,339
Effrayé(e)	0,083	0,289	1,000	0,339
Enthousiaste	0,667	0,888	2,602	0,025*
Fier(e)	0,000	1,206	0,000	1,000
Irrité(e)	-0,167	0,389	-1,483	0,166
Alerte	-0,583	1,240	-1,629	0,131
Honteux(se)	-0,083	0,289	-1,000	0,339
Inspiré(e)	0,00	0,739	0,000	1,000
Nerveux(se)	0,250	0,866	1,000	0,339
Déterminé(e)	-0,083	0,793	-0,364	0,723
Attentif(ve)	-0,083	0,793	-0,364	0,723
Agité(e)	0,250	0,965	0,897	0,389
Actif(ve)	0,333	1,073	1,076	0,305
Crainitif(ve)	0,000	0,426	0,000	1,000

* $p < 0.05$

Tableau 3

Test de Student bilatéral – Condition négative

Émotions	Moyenne	Écart type	<i>t</i>	Signification
Intéressé(e)	-0,200	0,422	-1,500	0,168
Angoissé(e)	-0,100	0,568	-0,557	0,591
Excité(e)	-0,300	1,418	-0,669	0,520
Fâché(e)	0,100	0,316	1,000	0,343
Fort(e)	0,000	0,471	0,000	1,000
Coupable	-0,100	0,316	-1,000	0,343
Effrayé(e)	-0,100	0,316	-1,000	0,343
Enthousiaste	0,100	0,738	0,429	0,678
Fier(e)	0,100	0,568	0,557	0,591
Alerte	-0,300	0,823	-1,152	0,279
Honteux(se)	-0,200	0,632	-1,000	0,343
Inspiré(e)	0,400	1,578	0,802	0,443
Nerveux(se)	0,700	1,160	1,909	0,089
Déterminé(e)	0,300	0,675	1,406	0,193
Attentif(ve)	0,200	0,789	0,802	0,443
Agité(e)	0,100	0,568	0,557	0,591
Actif(ve)	0,400	0,843	1,500	0,168
Crainitif(ve)	0,000	0,471	0,000	1,000

Ainsi, aucune différence significative n'est observée en ce qui concerne les émotions positives ressenties entre ces différents groupes pour le premier temps de mesure ($H(2, N = 22) = 1,809, p = 0,405$) et au deuxième temps de mesure ($H(2, N = 22) = 3,820; p = 0,148$). Aucune différence significative n'est également observée en ce qui concerne les émotions négatives ressenties entre ces différents groupes pour le premier temps de mesure ($H(2, N = 22) = 0,266, p = 0,875$) et pour le second temps de mesure ($H(2, N = 22) = 1,408, p = 0,495$).

Deuxième hypothèse : Impact de l'émotion induite sur les performances cognitives des participants

La deuxième hypothèse stipulait que les différentes émotions qui ont été induites aux participants vont exercer une influence sur les performances cognitives de ceux-ci lors de la réalisation d'une tâche de mémoire de travail. Par exemple, de moins bonnes performances seront observées chez les participants ayant été soumis au processus d'induction d'une émotion négative. Au contraire, les participants ayant été soumis à un processus d'induction d'une émotion positive auront de meilleurs résultats. Comme le démontre l'Appendice J, les postulats de normalité et d'homogénéité semblent respectés pour chacune des conditions à l'étude. Les moyennes des résultats obtenus par les participants aux tâches des *blocs de Corsi* et *Séquences de chiffres* (Corsi, 1972, Wechsler, 2008) pour les deux temps de mesure sont présentées dans le Tableau 4.

Tableau 4

Moyenne des résultats obtenus - blocs de Corsi et de Séquences de chiffres

		Premier temps de mesure		Deuxième temps de mesure	
		Moyenne des résultats	Écart type	Moyenne des résultats	Écart type
Condition positive	<i>Blocs de Corsi</i>	11,67	2,87	11,00	3,19
	<i>Séquences de chiffres</i>	10,25	1,87	10,92	3,53
Condition négative	<i>Blocs de Corsi</i>	10,50	5,03	11,20	4,37
	<i>Séquences de chiffres</i>	9,30	1,49	10,40	1,90

Cette hypothèse a été vérifiée à l'aide d'un test de Student bilatéral pour échantillons appariés, et le Tableau 5 présente les principaux résultats obtenus pour les différents tests de performances cognitives effectués, soit le test des *blocs de Corsi* (mémoire de travail spatiale; Corsi, 1972) et le test *Séquences de chiffres* du *WAIS-IV* (mémoire de travail auditive; Wechsler et al., 2008). Ainsi, au seuil de 0,05%, les résultats indiquent que l'état émotionnel des participants (positif ou négatif) n'a pas d'impact significatif sur les performances cognitives des participants.

Tableau 5

Test de Student bilatéral - performances cognitives des participants

	Condition positive		Condition négative	
	t	Significativité	t	Significativité
<i>Séquences de chiffres</i>	-0,924	0,375	-2,181	0,057
<i>Blocs de Corsi</i>	0,842	0,417	-0,920	0,382
Empan auditif	0	1,000	-0,896	0,394
Empan visuel	1,820	0,096	-2,250	0,051

Finalement, un modèle d'analyse de la variance à un facteur a été utilisé afin de déterminer s'il existe une différence significative entre les performances des participants selon l'évaluateur ayant procédé à l'expérimentation (évaluateur 1, 2, 3 ou 4). Les résultats obtenus démontrent qu'au seuil de 0,05 %, aucune différence n'est observée entre les résultats des participants au test *Séquences de chiffres* selon les évaluateurs (évaluateur 1, 2, 3 ou 4; Wechsler, 2008). Le même test a été effectué pour le test des *blocs de Corsi* (Corsi, 1972). Encore une fois, au seuil de 0,05 %, il ne semble pas y avoir de différence significative entre les résultats des participants en fonction de l'évaluateur.

Résultats supplémentaires

Différentes variables (santé mentale, sexe et degré de scolarité des participants) ont été analysées afin de voir si elles étaient associées aux performances des participants aux

tests des *blocs de Corsi* et *Séquences de chiffres* (Corsi, 1972; Wechsler, 2008). Un test de Mann-Whitney (U) a été utilisé afin d'examiner si les troubles de santé mentale rapportés par les participants (trouble anxieux, de l'humeur ou aucun) ont eu une influence sur les performances de ceux-ci à chacune des tâches effectuées. Ce test permet de déterminer si une différence significative existe entre deux groupes indépendants et a été effectué en raison d'une disparité entre les groupes à l'étude (Fields, 2017). Les résultats démontrent qu'aucune différence significative n'est observée entre les résultats des participants ayant rapporté la présence d'un trouble anxieux et ceux n'ayant rapporté aucun trouble de santé mentale pour la tâche *Séquence de chiffres* ($U(11,00)$, $p = 0.330$) et pour la tâche des *blocs de Corsi* ($U(15,00)$, $p = 0.630$). Également, aucune différence significative n'est observée entre les performances des participants ayant rapporté la présence d'un trouble de l'humeur et ceux n'ayant rapporté aucun trouble de santé mentale pour la tâche *Séquences de chiffres* ($U(0,500)$, $p = 0.113$) et pour la tâche des *blocs de Corsi* ($U(2,50)$, $p = 0.222$).

Un test de Student pour échantillons indépendants a été utilisé afin d'examiner si des différences significatives sont observées entre les résultats des hommes et des femmes ainsi qu'entre le degré de scolarité (\leq collégial, \geq universitaire) pour chacune des tâches effectuées. Ainsi, comme le montre le Tableau 6, les résultats démontrent que le sexe des participants n'est pas relié aux les résultats obtenus aux tâches mesurant la mémoire de travail spatiale ainsi que la mémoire de travail auditive. Également, aucune différence significative n'est observée pour les résultats des participants aux tâches mesurant la mémoire de travail spatiale et auditive en fonction du degré de scolarité de ceux-ci.

Tableau 6

Association entre le sexe, le niveau de scolarité et les performances cognitives

		<i>t</i>	Significativité
<i>Blocs de Corsi</i>	Sexe (homme, femme)	0,231	0,822
(mémoire de travail spatiale)	Degré de scolarité complété (\leq collégial, \geq universitaire)	-1,060	0,303
<i>Séquences de chiffres</i> (mémoire de travail auditive)	Sexe (homme, femme)	-0,235	0,817
	Degré de scolarité complété (\leq collégial, \geq universitaire)	1,344	0,194

Discussion

Rappels des objectifs de la recherche

La présente étude avait pour objectif d'examiner les impacts que peuvent avoir les émotions programmées par le robot humanoïde NAO sur l'état émotionnel des individus âgés entre 19 et 59 ans. Par la suite, l'influence de cet état émotionnel sur les performances à des tâches de mémoire de travail a été mesurée. Plus précisément, la présente étude permettait d'évaluer s'il existait une différence statistiquement significative entre les émotions d'un individu avant et après (H_1) un processus d'induction émotionnelle par le robot humanoïde NAO. Finalement, le dernier objectif de l'étude était de voir si l'état émotionnel induit aux participants avait un impact significatif sur leurs performances à deux tâches de mémoire de travail, soit le sous-test *Séquences de chiffres* du *WAIS-IV* et le test des *blocs de Corsi* (H_2 ; Corsi, 1972; Wechsler, 2008). Les performances des participants à ces deux épreuves étaient donc comparées avant et après le processus d'induction émotionnelle.

Discussion des hypothèses de recherche

Première hypothèse : Induction d'états émotionnels chez les participants avec le robot NAO

Les résultats de la présente étude infirment cette hypothèse de recherche. En effet, aucune différence n'est observée entre l'état émotionnel des participants avant et après le processus d'induction émotionnel, que le processus d'induction vise les émotions positives ou les émotions négatives. Ces résultats vont à l'encontre des différentes études ayant

démontré qu'il est possible d'influencer l'état émotionnel des individus à l'aide de robots humanoïdes (Diaz-Montilla et del Pobil, 2015 ; Xu et al, 2015).

Différences observées au niveau du processus d'induction émotionnelle

Certaines différences ont été observées au niveau du processus d'induction des émotions entre la présente étude et les autres études qui se sont intéressées à ce phénomène. En effet, dans l'étude réalisée par Xu et ses collaborateurs (2015), la durée du processus d'induction émotionnelle était de 6 à 10 minutes, alors que dans la présente étude, les participants sont exposés aux émotions simulées par le robot humanoïde NAO environ 2 à 3 minutes. Il est donc possible que le processus d'induction n'ait pas duré assez longtemps pour induire des émotions aux participants. La stimulation n'était donc peut-être pas suffisante pour induire un changement.

Une autre explication des résultats obtenus pourrait être reliés à la confiance, un élément essentiel pour le succès des interactions entre humains et robots d'après les résultats de la méta-analyse de Hancock et ses collaborateurs (2011) dans laquelle 21 études sont analysées. Selon eux, trois éléments peuvent être pris en compte afin de déterminer le niveau de confiance de l'humain face au robot, soit : les caractéristiques propres au robot, à l'individu ainsi qu'à l'environnement. Ce niveau de confiance peut être mesuré à l'aide de différents questionnaires (Law & Scheutz, 2021). Dans la présente étude, le niveau de confiance entre le participant face au robot n'a pas été mesuré. Ainsi, il est possible qu'il ait été difficile pour les participants d'établir une relation de confiance efficace envers le robot comme la période de simulation entre humain et robot était de courte durée.

Par ailleurs, dans la présente étude, le processus d'induction émotionnelle était effectué de façon passive. En effet, les participants étaient invités à observer le robot

humanoïde NAO alors qu'il reproduit différentes émotions, ce qui est contraire à la procédure utilisée dans d'autres études. En effet, dans l'étude réalisée par Xu et ses collaborateurs (2015), les participants devaient imiter les postures effectuées par le robot humanoïde en lien avec différentes émotions. De même, dans une étude réalisée par Diaz et son collègue (2015), les participants devaient répéter les paroles émotives dites par le robot humanoïde. Les actions effectuées par les participants de ces deux études ont donc pu influencer leur état émotionnel.

Ordre de passation du questionnaire et des tests psychométriques

Le premier questionnaire *PANAS* (Gaudreau et al., 2006) a été administré aux participants en début de rencontre, juste après que ceux-ci ont eu complété le questionnaire socio-démographique. Par la suite, les participants ont réalisé les différents tests de mémoire de travail qui leur ont été administrés, soit le test des *blocs de Corsi* ainsi que le test de *Séquences de chiffres* du *WAIS-IV* (Corsi, 1972; Wechsler, 2008). Toutefois, la passation de ces différentes épreuves a pu influencer l'état émotionnel des participants de différentes manières. En effet, il est possible que certaines personnes se soient senties anxieuses à l'idée de vouloir bien performer aux différentes épreuves qui ont été administrées. Leurs performances ont donc pu se voir être diminuées (Dorenkamp et al., 2023). Ainsi, comme le questionnaire *PANAS* (Gaudreau, Sanchez, & Blondin, 2006) a été administré avant le test de mémoire de travail, l'effet de la réalisation de cette tâche sur l'état émotionnel des participants aurait pu être évité.

Deuxième hypothèse : Effet de l'induction d'émotions avec le robot NAO sur les performances cognitives des participants

Dans le cadre de cette étude, il est difficile d'infirmar ou de confirmer la présente hypothèse de recherche. En effet, aucune différence n'a été observée en ce qui concerne l'état émotionnel des participants avant et après le processus d'induction émotionnel, que ce soit l'induction d'une émotion positive ou d'une émotion négative. Il est donc impossible de savoir si l'état émotionnel des participants a influencé de façon positive ou négative les résultats de ceux-ci lors de la réalisation des différentes tâches de mémoire de travail auditive et spatiale qui ont été réalisées. Également, puisque l'état émotionnel des participants n'a pas été impacté par le processus d'induction émotionnelle, il est encore une fois impossible de savoir si les émotions positives ou négatives ont eu des effets différents sur les performances de mémoire de travail spatiale et visuelle des participants.

Il demeure toutefois important de s'intéresser aux éléments qui auraient pu influencer les résultats des participants à la tâche des *blocs de Corsi* et la tâche *Séquences de chiffres* (Corsi, 1972, Wechsler, 2008). Tout d'abord, les différentes épreuves évaluant la mémoire de travail auditive et spatiale des participants ont été administrées à deux reprises, dans un court délai, durant la rencontre. Dans le cadre de la présente étude, aucune différence significative n'est observée entre les résultats obtenus au premier et au deuxième temps de mesure pour les deux tâches effectuées. Ce résultat est contraire à ce qui est observé dans la littérature, où des effets d'apprentissages sont rapportés pour ces deux tâches, lorsque la tâche est effectuée à nouveau après une semaine ou après une période de 8 à 82 jours (Vandierendonck et al., 2004; Weschler, 2008).

L'affect des participants, le sexe et le niveau d'étude ont également été intégrés aux analyses afin de voir s'ils étaient associés aux résultats obtenus aux différentes épreuves administrées. Dans le cadre de la présente étude, la présence de troubles de santé mentale (trouble anxieux ou de l'humeur) rapportés par les participants ne semblent pas avoir influencé les résultats de ceux-ci aux différentes épreuves administrées. Ce résultat est contraire à ce qui est généralement observé dans la littérature. En effet, selon l'étude de Simpson et ses collaborateurs (2014) ainsi que la méta-analyse réalisée par Moran (2016), l'anxiété aurait un impact négatif sur les performances de mémoire de travail. Également, selon Rose et Ebmeier (2006), de moins bonnes performances en mémoire de travail seraient observées chez les personnes souffrant d'une dépression majeure. Notons toutefois que dans la présente étude, peu de participant rapportant la présence d'un trouble d'anxiété ou de l'humeur. Il s'agit d'un facteur ayant été auto-rapporté par les participants de l'étude. Ainsi, certains d'entre eux ont pu choisir de ne pas rapporter avoir déjà reçu un de ces diagnostics. De plus, le sexe des participants ainsi que leur niveau de scolarité ne semblent pas avoir influencé les résultats aux différentes épreuves mesurant la mémoire de travail auditive et la mémoire de travail spatiale. Les études portant sur les différences entre les résultats obtenus par les hommes et les femmes à ces différentes épreuves sont mitigées. En effet, Selon une étude de Pezzuti et ses collaborateurs (2020), des différences peuvent être observées entre les hommes et les femmes pour les différentes tâches du *WAIS-IV*. Bien qu'aucune distinction ne soit effectuée entre les hommes et les femmes dans les normes du *WAIS-IV*, la standardisation a été effectuée avec un nombre équivalent de personnes de chaque sexe. Dans une autre étude réalisée par Piccardi et ses collaborateurs (2019), les résultats obtenus aux

tests *séquences de chiffres* et des *blocs de Corsi* par 104 hommes et 104 femmes ont été comparés et démontrent une meilleure performance des hommes.

Également, plusieurs évaluateurs ont participé au processus de collecte de données, et ont ainsi fait la passation des différentes épreuves standardisées permettant de mesurer la mémoire de travail auditive et spatiale des participants. En revanche, rappelons que selon les résultats qui ont été obtenus, aucune différence significative n'est observée entre les résultats obtenus à l'épreuve des *blocs de Corsi* et à l'épreuve *Séquences de chiffres* (Corsi, 1972; Wechsler, 2008) en fonction de l'évaluateur. Ainsi, au total, ce sont quatre évaluateurs qui ont fait la passation des différents tests, soit deux hommes et deux femmes. Idéalement, afin de limiter les biais relatifs aux différences individuelles entre les évaluateurs, un seul d'entre eux aurait dû faire la passation des épreuves. Toutefois, pour une question de coordination, la participation de plusieurs évaluateurs a été nécessaire afin d'aider à la réalisation du projet. Donc, le nombre d'erreurs dans l'administration de ces tests aurait pu se voir être augmenté.

Forces et limites de l'étude

Forces de l'étude

Cette étude présente certaines forces. En effet, bien que certaines études utilisent le robot NAO comme outil d'induction émotionnelle (Xu et al., 2015, Diaz-Montilla et del Pobil, 2015) à notre connaissance, aucune étude ne s'est déjà intéressée à l'impact que peuvent avoir les émotions induites par le robot humanoïde NAO sur la mémoire de travail. Ainsi, cette étude se veut novatrice dans le domaine de l'impact que peut avoir l'induction émotionnelle avec un robot humanoïde sur les performances cognitives de mémoire de travail des individus.

Une autre force de cette étude est en lien avec les outils qui ont été utilisés. En effet, les tests utilisés afin d'évaluer l'affect des participants ainsi que la mémoire de travail sont des épreuves standardisées. Ce sont donc des outils ayant une bonne cohérence interne (Crawford & Henry, 2004) et ayant été normés auprès d'une grande population (Wechsler, 2001). Également, l'utilisation d'un questionnaire sociodémographique a permis d'analyser plus en détails les données recueillies en fonction de certaines caractéristiques des participants.

Limites de l'étude

Certaines faiblesses sont également présentes dans cette étude. Tout d'abord, le nombre de personnes qui ont participé est nettement inférieur au nombre qui avait été déterminé initialement. Ce faible nombre de participants a certainement limité la puissance statistique pour détecter des résultats significatifs. Ce petit échantillon peut s'expliquer par le fait que le recrutement des participants a seulement été effectué par le biais des réseaux sociaux ainsi qu'à l'aide de présentations dans différentes classes de l'UQAC. Également, la période de recrutement a débuté durant la pandémie de la COVID-19, ce qui a pu grandement influencer l'envie des gens de participer à une étude (particulièrement une étude en présentiel).

Également, un nombre inégal d'hommes et de femmes ont participé à l'étude afin de représenter la population québécoise, dans laquelle en 2016, on retrouve 51% d'hommes chez les personnes âgées entre 20 et 64 ans (Institut de la statistique du Québec, 2020). Rappelons toutefois qu'aucune différence significative n'a été observée entre les résultats de ceux-ci en ce qui concerne l'état émotionnel.

Le robot humanoïde NAO a été programmé afin de simuler différentes émotions en se basant sur différentes études (Diaz-Montilla & del Pobil, 2015; Greczek et al., 2011; Schinder et al., 2008). Toutefois, dans le cadre du présent projet de recherche, les impressions des participants en lien avec les émotions simulées par le robot n'ont pas été recueillies, comme il est fait dans l'étude de Diaz et del Pobil (2015) où un questionnaire est utilisé afin de mesurer l'impression des participants en lien avec les comportements du robot. Dans la présente étude, il n'est donc pas possible de savoir si les participants ont bien compris et reconnu les émotions positives et négatives qui étaient simulées par le robot NAO. En ce sens, si les participants n'ont pas reconnu les émotions qui étaient simulées, il est possible que cela ait eu une influence sur le processus d'induction émotionnel.

Finalement, les tests psychométriques utilisés dans la présente étude ont été administrés deux fois avec un court intervalle de temps entre les deux passations. Certaines études rapportent la présence d'un effet d'apprentissage avec un délai d'au moins une semaine entre les deux passations (Vandierendonk et al., 2004, Weschler, 2008). Pour la présente étude, il n'est donc pas possible de savoir si un effet d'apprentissage aurait pu avoir un impact sur les résultats des participants. Rappelons toutefois que dans le cadre de la présente étude, aucune différence significative n'est observée entre les résultats des participants au premier et au second temps de mesure.

Au total, deux problèmes techniques sont survenus durant le processus de collecte de données du présent projet de recherche. Tout d'abord, durant une rencontre avec un participant, le robot NAO a cessé de fonctionner. Il a donc été impossible de faire le processus d'induction émotionnelle avec ce participant et donc, de poursuivre la cueillette de données avec celui-ci. Pour cette raison, les données qui avaient été recueillies durant la rencontre

avec ce participant ont dû être rejetées. Finalement, durant une rencontre avec un autre participant, le robot NAO a arrêté de fonctionner et a dû être redémarré. Ainsi, il a été nécessaire d'attendre la fin du redémarrage avant de procéder au processus d'induction émotionnelle avec le participant. Malgré ce contretemps de quelques minutes, le processus d'induction émotionnel a tout de même pu être effectué. Ainsi, il ne semble pas avoir d'impact de ce dysfonctionnement technologique sur les résultats du participant.

Recommandations et pistes de recherches futures

Si le présent projet de recherche était reproduit à nouveau, un échantillon plus important pourrait être utilisé afin d'augmenter la puissance statistique pour détecter des effets. Il pourrait être pertinent de prendre en note les commentaires des participants en ce qui concerne les différentes émotions qui sont simulées avec le robot humanoïde NAO (p. ex. en lien avec la posture ou la voix du robot). Les informations qualitatives recueillies pourraient ensuite être analysées. Au besoin, certaines modifications pourraient ensuite être effectuées au niveau de la programmation du robot afin d'améliorer son imitation des émotions.

D'autre part, il pourrait être intéressant, pour une prochaine étude, de tester le présent protocole de recherche auprès de différentes clientèles (telles que les enfants et les personnes âgées) afin d'évaluer si des effets différents sont alors observés pour chacune de celles-ci. Bien qu'à notre connaissance, l'induction des émotions n'ait pas été étudiée auprès des enfants, d'autres études se sont intéressées à la reconnaissance des émotions simulées par le robot NAO avec des enfants (Cohen et al., 2014; Tielman et al., 2014).

Enfin, il pourrait être pertinent de répéter le présent protocole de recherche en demandant aux participants de répéter les phrases dictées par le robot ou en leur demandant de mimer les émotions simulées. Le processus d'induction émotionnel serait alors actif, tel qu'observé dans les autres études (Diaz et al., 2015, Xu et al., 2015). La durée du processus d'induction émotionnelle pourrait également être augmentée afin de voir si une différence est alors observée au niveau de l'état émotionnel des participants.

Conclusion

La compréhension des interactions entre humains et robots est nécessaire afin d'en apprendre davantage et de se familiariser avec cette technologie. Comme plusieurs de ces robots sont en mesure d'interagir avec les humains et de simuler différentes émotions telles que la joie, la colère ou la tristesse (Beck et al., 2010; Beck et al., 2013; Bertacchini et al., 2017; Broekens, et al., 2009; Erden, 2013; Wrobel, et al., 2014), il est important de s'intéresser à l'impact de ces fonctionnalités sur les performances cognitives de l'humain.

La présente étude s'inscrit donc dans cet ordre d'idées, alors que l'objectif était d'analyser les impacts que peuvent avoir les émotions simulées par le robot humanoïde NAO sur l'état émotionnel des individus âgés entre 19 et 59 ans. Par la suite, l'influence de cet état émotionnel sur les performances à des tâches de mémoire de travail (spatiale et verbale) a été mesurée. Cette recherche se veut donc être pionnière dans l'étude de l'impact des émotions induites par un robot humanoïde sur les performances cognitives, plus précisément en ce qui concerne la mémoire de travail.

Concernant les données qui ont été recueillies, aucune différence n'a été observée entre les émotions positives et négatives ressenties par les participants avant et après le processus d'induction émotionnelle. Pour cette raison, il est difficile d'infirmer ou de confirmer la deuxième hypothèse de cette étude, soit celle concernant l'impact de l'état émotionnel des individus sur les performances cognitives de mémoire de travail spatiale et auditive des participants. Également,

différents facteurs relatifs aux participants ainsi qu'à l'étude soit le sexe, le degré de scolarité ainsi que les différents administrateurs des tests n'ont pas montré d'influence sur les résultats obtenus aux différentes épreuves administrées.

Rappelons cependant qu'un faible nombre de personnes ont participé à l'étude. Il serait donc intéressant de réaliser cette étude avec un échantillon plus important afin de voir si des effets sont alors observés. Ainsi, les recherches futures permettront de préciser davantage les résultats, en plus de permettre une meilleure compréhension des interactions humains-robots dans le but d'adapter cette technologie aux réponses ainsi qu'aux besoins des individus.

Références

- Aspinwall, L. G. (1998). Rethinking the role of positive affect in self-regulation. *Motivation and Emotion*, 22(1), 1-32. <https://doi.org/10.1023/A:1023080224401>
- Baños, R. M., Liaño, V., Botella, C., Alcañiz, M., Guerrero, B., & Rey, B. (2006). Changing Induced Moods Via Virtual Reality. Dans W. A. Ijsselsteijn, Y. A. W. de Kort, C. Midden, B. Eggen, & E. van den Hoven (Éds.), *Persuasive Technology* (pp. 7-15). Springer Berlin Heidelberg.
- Beck, A., Cañamero, L., & Bard, K. A. (2010, 13-15 septembre). *Towards an Affect Space for robots to display emotional body language*. 19th International Symposium in Robot and Human Interactive Communication, Viareggio, Italy. <https://doi.org/10.1109/ROMAN.2010.5598649>
- Beck, A., Cañamero, L., Hiolle, A., Damiano, L., Cosi, P., Tesser, F., & Sommavilla, G. (2013). Interpretation of emotional body language displayed by a humanoid robot: A case study with children. *International Journal of Social Robotics*, 5(3), 325-334. <https://doi.org/10.1007/s12369-013-0193-z>
- Bertacchini, F., Bilotta, E., & Pantano, P. (2017). Shopping with a robotic companion. *Computers in Human Behavior*, 77, 382-395. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.02.064>
- Broekens, J., Heerink, M., & Rosendal, H. (2009). Assistive social robots in elderly care: a review. *Gerontechnology*, 8(2), 94-103. <https://doi.org/10.4017/gt.2009.08.02.002.00>
- Chartier, G. M., & Ranieri, D. J. (1989). Comparison of two mood induction procedures. *Cognitive Therapy and Research*, 13(3), 275-282. <https://doi.org/10.1007/BF01173408>
- Clark, D. M. (1983). On the induction of depressed mood in the laboratory: Evaluation and comparison of the Velten and musical procedures. *Advances in Behaviour Research and Therapy*, 5(1), 27-49. [https://doi.org/10.1016/0146-6402\(83\)90014-0](https://doi.org/10.1016/0146-6402(83)90014-0)

- Cohen, I., Looije, R., & Neerincx, M. A. (2011). *Child's recognition of emotions in robot's face and body* [Présentation par affiche]. 6th international conference on Human-robot interaction, Lausanne, Switzerland. <https://doi.org/10.1145/1957656.1957692>
- Cohen, I., Looije, R., & Neerincx, M. A. (2014). Child's perception of robot's emotions: effects of platform, context and experience. *International Journal of Social Robotics*, 6(4), 507-518. <https://doi.org/10.1007/s12369-014-0230-6>
- Corsi, P. M. (1972). *Human memory and the medial temporal region of the brain* [Thèse de doctorat, McGill University]. escholarship@McGill. <https://escholarship.mcgill.ca/concern/theses/05741s554>
- Crawford, J. R., & Henry, J. D. (2004). The Positive and Negative Affect Schedule (PANAS): Construct validity, measurement properties and normative data in a large non-clinical sample. *British journal of clinical psychology*, 43(3), 245-265. <https://doi.org/10.1348/014466503175293>
- Diaz-Montilla, C., & del Pobil, A. P. (2015, 31 août – 4 septembre). *How important is body language in mood induction procedures with a humanoid robot?* [Communication]. [2015 24th IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication \(RO-MAN\)](#), Kobe, Japon. <https://doi.org/10.1109/ROMAN.2015.7333697>
- Diniz Bernardo, P., Bains, A., Westwood, S., & Mograbi, D. C. (2021). Mood induction using virtual reality: a systematic review of recent findings. *Journal of Technology in Behavioral Science*, 6(1), 3-24. <https://doi.org/10.1007/s41347-020-00152-9>
- Dorenkamp, M. A., Irrgang, M., & Vik, P. (2023). Assessment-related anxiety among older adults: associations with neuropsychological test performance. *Aging, Neuropsychology, and Cognition*, 30(2), 256-271.
- Erden, M. (2013). Emotional Postures for the Humanoid-Robot Nao. *International Journal of Social Robotics*, 5(4), 441-456. <https://doi.org/10.1007/s12369-013-0200-4>
- Faul, F., Erdfelder, E., Buchner, A., & Lang, A.-G. (2009). Statistical power analyses using G* Power 3.1: Tests for correlation and regression analyses. *Behavior research methods*, 41(4), 1149-1160. <https://doi.org/10.3758/BRM.41.4.1149>

- Filippini, C., Perpetuini, D., Cardone, D., & Merla, A. (2021). Improving Human–Robot Interaction by Enhancing NAO Robot Awareness of Human Facial Expression. *Sensors*, 21(19), 6438. <https://doi.org/10.3390/s21196438>
- Fournier, M., & Albaret, J.-M. (2013). Étalonnage des blocs de Corsi sur une population d'enfants scolarisés du CP à la 6e. *Développements*, (3), 76-82. <https://doi.org/10.3917/devel.016.0076>
- Gaudreau, P., Sanchez, X., & Blondin, J.-P. (2006). Positive and negative affective states in a performance-related setting: Testing the factorial structure of the PANAS across two samples of French-Canadian participants. *European Journal of Psychological Assessment*, 22(4), 240-249. <https://doi.org/10.1027/1015-5759.22.4.240>
- Gilet, A. (2008). Procédures d'induction d'humeurs en laboratoire: une revue critique. *L'encéphale*, 34(3), 233-239. <https://doi.org/10.1016/j.encep.2006.08.003>
- Gouaux, C. (1971). Induced affective states and interpersonal attraction. *Journal of Personality and Social Psychology*, 20(1), 37–43. <https://doi.org/10.1037/h0031697>
- Greczek, J., Swift-Spong, K., & Matarić, M. (2011). *Using eye shape to improve affect recognition on a humanoid robot with limited expression*. <https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=588e300eb2d560c7b0bd2709291b5da814fe4d25>.
- Gross, J. J., & Levenson, R. W. (1995). Emotion elicitation using films. *Cognition & emotion*, 9(1), 87-108. <https://doi.org/10.1080/02699939508408966>
- Hancock, P. A., Billings, D. R., Schaefer, K. E., Chen, J. Y., De Visser, E. J., & Parasuraman, R. (2011). A meta-analysis of factors affecting trust in human-robot interaction. *Human factors*, 53(5), 517-527. <https://doi.org/10.1177/0018720811417254>
- Häring, M., Bee, N., & André, E. (2011, 31 juillet – 3 août). *Creation and evaluation of emotion expression with body movement, sound and eye color for humanoid robots* [Communication]. 2011 RO-MAN, Atlanta, GA. <https://doi.org/10.1109/ROMAN.2011.6005263>

- Institut de la statistique du Québec. (2020). *Population du Québec selon l'âge et le sexe*. <https://statistique.quebec.ca/vitrine/egalite/dimensions-egalite/demographie/population-quebec-selon-age-et-sexe>
- Jallais, C., & Gilet, A.-L. (2010). Inducing changes in arousal and valence: Comparison of two mood induction procedures. *Behavior research methods*, 42(1), 318-325. <https://doi.org/10.3758/BRM.42.1.318>
- Johnson, D. O., Cuijpers, R. H., & van der Pol, D. (2013). Imitating human emotions with artificial facial expressions. *International Journal of Social Robotics*, 5(4), 503-513. <https://doi.org/10.1007/s12369-013-0211-1>
- Law, T., & Scheutz, M. (2021). Trust: Recent concepts and evaluations in human-robot interaction. *Trust in human-robot interaction*, 27-57. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819472-0.00002-8>
- Lopez, A., Ccasane, B., Paredes, R., & Cuellar, F. (2017). *Effects of using indirect language by a robot to change human attitudes* [Communication]. Proceedings of the Companion of the 2017 ACM/IEEE international conference on human-robot interaction, Vienna, Austria. <https://doi.org/10.1145/3029798.3038310>
- Mathews, A., & Bradle, B. (1983). Mood and the self-reference bias in recall. *Behaviour research and therapy*, 21(3), 233-239. [https://doi.org/10.1016/0005-7967\(83\)90204-8](https://doi.org/10.1016/0005-7967(83)90204-8)
- Mayer, J. D., Gayle, M., Meehan, M. E., & Haarman, A.-K. (1990). Toward better specification of the mood-congruency effect in recall. *Journal of Experimental Social Psychology*, 26(6), 465-480. [https://doi.org/10.1016/0022-1031\(90\)90051-M](https://doi.org/10.1016/0022-1031(90)90051-M)
- Mehrabian, A. (1972). *Nonverbal communication*. Transaction Publishers.
- Mitchell, R. L., & Phillips, L. H. (2007). The psychological, neurochemical and functional neuroanatomical mediators of the effects of positive and negative mood on executive functions. *Neuropsychologia*, 45(4), 617-629.
- Moran, T. P. (2016). Anxiety and working memory capacity: A meta-analysis and narrative review. *Psychological bulletin*, 142(8), 831-864. <https://doi.org/10.1037/bul0000051>

- Nelson, L. D., & Stern, S. L. (1988). Mood induction in a clinically depressed population. *Journal of psychopathology and behavioral assessment*, 10(3), 277-285. <https://doi.org/10.1007/BF00962551>
- Oaksford, M., Morris, F., Grainger, B., & Williams, J. M. G. (1996). Mood, reasoning, and central executive processes. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 22(2), 476. <https://doi.org/10.1037/0278-7393.22.2.476>
- Pezzuti, L., Tommasi, M., Saggino, A., Dawe, J., & Lauriola, M. (2020). Gender differences and measurement bias in the assessment of adult intelligence: Evidence from the Italian WAIS-IV and WAIS-R standardizations. *Intelligence*, 79, 101436. <https://doi.org/10.1016/j.intell.2020.101436>
- Philippot, P. (1993). Inducing and assessing differentiated emotion-feeling states in the laboratory. *Cognition and emotion*, 7(2), 171-193. <https://doi.org/10.1080/02699939308409183>
- Phillips, L. H., Smith, L., & Gilhooly, K. J. (2002). The effects of adult aging and induced positive and negative mood on planning. *Emotion*, 2(3), 263-272. <https://doi.org/10.1037/1528-3542.2.3.263>
- Riva, G., Wiederhold, B. K., & Mantovani, F. (2019). Neuroscience of virtual reality: from virtual exposure to embodied medicine. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*, 22(1), 82-96. <https://doi.org/10.1089/cyber.2017.29099.g>
- Rodríguez, A., Rey, B., Clemente, M., Wrzesien, M., & Alcañiz, M. (2015). Assessing brain activations associated with emotional regulation during virtual reality mood induction procedures. *Expert Systems with Applications*, 42(3), 1699-1709. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2014.10.006>
- Rose, E. J., & Ebmeier, K. P. (2006). Pattern of impaired working memory during major depression. *Journal of affective disorders*, 90(2-3), 149-161. <https://doi.org/10.1016/j.jad.2005.11.003>
- Schindler, K., Van Gool, L., & De Gelder, B. (2008). Recognizing emotions expressed by body pose: A biologically inspired neural model. *Neural networks*, 21(9), 1238-1246. <https://doi.org/10.1016/j.neunet.2008.05.003>

- Seibert, P. S., & Ellis, H. C. (1991). Irrelevant thoughts, emotional mood states, and cognitive task performance. *Memory & Cognition*, *19*(5), 507-513. <https://doi.org/10.3758/BF03199574>
- Simpson, E. E., Maylor, E. A., McConville, C., Stewart-Knox, B., Meunier, N., Andriollo-Sanchez, M., Polito, A., Intorre, F., McCormack, J. M., & Coudray, C. (2014). Mood and cognition in healthy older European adults: the Zenith study. *BMC psychology*, *2*(1), 1-13. <https://doi.org/10.1186/2050-7283-2-11>
- Sinclair, R. C., Mark, M. M., Enzle, M. E., Borkovec, T. D., & Cumbleton, A. G. (1994). Toward a multiple-method view of mood induction: The appropriateness of a modified Velten mood induction technique and the problems of procedures with group assignment to conditions. *Basic and Applied Social Psychology*, *15*(4), 389-408. https://doi.org/10.1207/s15324834basp1504_1
- Slyker, J. P., & McNally, R. J. (1991). Experimental induction of anxious and depressed moods: Are Velten and musical procedures necessary? *Cognitive Therapy and research*, *15*(1), 33-45. <https://doi.org/10.1007/BF01172941>
- Storbeck, J., & Maswood, R. (2016). Happiness increases verbal and spatial working memory capacity where sadness does not: Emotion, working memory and executive control. *Cognition and Emotion*, *30*(5), 925-938. <https://doi.org/10.1080/02699931.2015.1034091>
- Vandierendonck, A., Kemps, E., Fastame, M. C., & Szmalec, A. (2004). Working memory components of the Corsi blocks task. *British journal of psychology*, *95*(1), 57-79. <https://doi.org/10.1348/000712604322779460>
- Velten Jr, E. (1968). A laboratory task for induction of mood states. *Behaviour research and therapy*, *6*(4), 473-482. [https://doi.org/10.1016/0005-7967\(68\)90028-4](https://doi.org/10.1016/0005-7967(68)90028-4)
- Vieillard, S., & Bougeant, J.-C. (2005). Performances à un tache de mémoire de travail sous induction émotionnelle négative: influence modulatrice de l'état émotionnel sur les processus exécutifs. *L'Année psychologique*, *105*(1), 63-104.
- Wechsler, D. (2001). *Echelle clinique de mémoire de Wechsler (MEM-III)*. ECPA.

- Wechsler, D., (2008). *WAIS-IV Wechsler adult intelligence scale*. (4e éd., pp. 1 emboîtage). Psychological Corp.
- Wrobel, J., Pino, M., Wargnier, P., & Rigaud, A.-S. (2014). Robots et agents virtuels au service des personnes âgées: une revue de l'actualité en gérontechnologie. *NPG Neurologie-Psychiatrie-Gériatrie*, *14*(82), 184-193. <https://doi.org/10.1016/j.npg.2014.02.007>
- Xu, J., Broekens, J., Hindriks, K., & Neerincx, M. A. (2015). Mood contagion of robot body language in human robot interaction. *Autonomous Agents and Multi-Agent Systems*, *29*, 1216-1248. <https://doi.org/10.1007/s10458-015-9307-3>

Appendice A
Questionnaire socio-démographique

QUESTIONNAIRE SOCIO-DÉMOGRAPHIQUE

IDENTIFICATION

Code d'identification : _____

Sexe (encerclez) : Homme Femme

Âge : ____ ans

Date de naissance : ____ ième jour du ____ ième mois de l'année ____

Date d'administration : ____ ième jour du ____ ième mois de l'année 20____

- | | |
|---------------------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> Secondaire 2 | <input type="checkbox"/> Baccalauréat |
| <input type="checkbox"/> Secondaire 3 | <input type="checkbox"/> Maîtrise |
| <input type="checkbox"/> Secondaire 4 | <input type="checkbox"/> Doctorat |
| <input type="checkbox"/> Secondaire 5 | <input type="checkbox"/> Autre, spécifiez : _____ |

7. Avez-vous eu des difficultés à l'école ?

Oui Non

Si oui, quelles étaient ces difficultés ? (Cochez toutes les réponses qui s'appliquent)

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Troubles de comportements | <input type="checkbox"/> Problèmes de consommation |
| <input type="checkbox"/> Victime d'intimidation | <input type="checkbox"/> Intimidateur |
| <input type="checkbox"/> Dyslexie | <input type="checkbox"/> Difficultés d'apprentissages : |
| | <input type="checkbox"/> Mathématiques |
| | <input type="checkbox"/> Langues |
| | <input type="checkbox"/> Sciences |

Autre, spécifiez : _____

8. Quelle est votre occupation principale présentement ?

- Étudiant(e)
- Temps partiel
- Temps plein
- À l'emploi (spécifiez) : _____
- Temps partiel
- Temps plein
- Sans emploi
- Retraité(e)
- Si oui, de quel domaine ?** _____
- Invalide (spécifiez la raison de l'invalidité) : _____

PROFIL MÉDICAL ET PSYCHOLOGIQUE

9. Cochez tous les problèmes de santé physique pour lesquels vous avez été diagnostiqué(e) ou traité(e) par un médecin.

- | | | |
|---|---|---|
| <input type="checkbox"/> Asthme | <input type="checkbox"/> Épilepsie | <input type="checkbox"/> Problèmes cardiaques |
| <input type="checkbox"/> A.V.C | <input type="checkbox"/> Insomnie | <input type="checkbox"/> Problèmes aux reins |
| <input type="checkbox"/> Cancer | <input type="checkbox"/> Hypertension | <input type="checkbox"/> Traumatisme crânien |
| <input type="checkbox"/> Cirrhose du foie | <input type="checkbox"/> Hypercholestérolémie | <input type="checkbox"/> Autres, spécifiez : |
| <input type="checkbox"/> Diabète | <input type="checkbox"/> Migraine(s) | _____ |

10. Cochez tous les problèmes de santé psychologique pour lesquels vous avez été diagnostiqué(e) ou traité(e) par un professionnel de la santé.

- | | |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> Schizophrénie | <input type="checkbox"/> Maladie affective bipolaire |
| <input type="checkbox"/> État de stress post-traumatique | <input type="checkbox"/> Trouble de la personnalité |
| <input type="checkbox"/> Trouble de l'humeur (incluant dépression) | <input type="checkbox"/> Trouble anxieux |
| <input type="checkbox"/> Trouble de déficit de l'attention sans hyperactivité | <input type="checkbox"/> Autre, spécifiez : |
| <input type="checkbox"/> Trouble de déficit de l'attention avec hyperactivité | _____ |

11. Avez-vous déjà été hospitalisé(e)?

Oui Non

Si oui, à quand remonte votre dernière hospitalisation ? _____

Pour quelle(s) raison(s) avez-vous été hospitalisé(e) ? _____

FIN DU QUESTIONNAIRE. MERCI.

Appendice B
Le Positive And Negative Affective Scale

Ce questionnaire contient des adjectifs qui décrivent des sentiments et des émotions. Lis chacun de ces adjectifs. Pour chacun de ces adjectifs, tu dois indiquer à quel point il *décrit comment tu te sens présentement*. Pour ce faire, tu dois utiliser le choix de réponses suivant:

1. Très peu ou pas du tout
2. Peu
3. Modérément
4. Beaucoup
5. Énormément

N'oublie pas, il n'y a pas de bonnes ou de mauvaises réponses. Nous voulons savoir **comment TU te sens présentement**.

	Très peu ou pas du tout	Peu	Modérément	Beaucoup	Énormément
1. Intéressé(e)	1	2	3	4	5
2. Angoissé(e)	1	2	3	4	5
3. Excité(e)	1	2	3	4	5
4. Fâché(e)	1	2	3	4	5
5. Fort(e)	1	2	3	4	5
6. Coupable	1	2	3	4	5
7. Effrayé(e)	1	2	3	4	5
8. Hostile	1	2	3	4	5
9. Enthousiaste	1	2	3	4	5
10. Fier(e)	1	2	3	4	5
11. Irrité(e)	1	2	3	4	5
12. Alert(e)	1	2	3	4	5
13. Honteux(se)	1	2	3	4	5
14. Inspiré(e)	1	2	3	4	5
15. Nerveux(se)	1	2	3	4	5
16. Déterminé(e)	1	2	3	4	5
17. Attentif(ve)	1	2	3	4	5
18. Agité(e)	1	2	3	4	5
19. Actif(ve)	1	2	3	4	5
20. Craintif(ve)	1	2	3	4	5

Appendice C
Journal de bord

Appendice D
Certification éthique

Cet essai doctoral a fait l'objet d'une certification éthique auprès du CER-UQAC. Le numéro du certificat est le 2022-712.

Appendice E
Formulaire de consentement #1

FORMULAIRE D'INFORMATION ET DE CONSENTEMENT CONCERNANT LA PARTICIPATION

Titre du projet : NAO et mémoire de travail

Chercheurs responsables du projet :

Julie Bouchard, Ph. D. Professeure en neuropsychologie clinique, Université du Québec à Chicoutimi (UQAC)

Kevin Bouchard, Ph. D. Professeur en informatique, Université du Québec à Chicoutimi (UQAC)

Cochercheur : Camille Bilodeau, Ba. Psy, candidate au D. Psy

1. FINANCEMENT

Le présent projet de recherche est financé par le Conseil de Recherches en Sciences Naturelles et en Génie du Canada (CRSNG) et par les Fonds Québécois de la Recherche dur la Nature et les Technologies (FRQNT).

2. PRÉAMBULE

Nous sollicitons votre participation à un projet de recherche. Cependant, avant d'accepter de participer à ce projet et de signer ce formulaire d'information et de consentement, veuillez prendre le temps de lire, de comprendre et de considérer attentivement les renseignements qui suivent.

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

3. DESCRIPTION ET OBJECTIFS DU PROJET DE RECHERCHE

3.1 Description du projet de recherche

La présente étude porte sur les impacts que peuvent avoir les interactions avec un robot humanoïde Nao sur les performances à une tâche de mémoire de travail. Ainsi, nous nous intéressons à l'influence que peut avoir un robot sur les performances cognitives d'un individu. Puisque ce robot d'assistance social est utilisé dans les domaines de l'éducation et de la recherche, en plus d'intervenir auprès de personnes ayant des besoins plus spécifiques, nous pensons qu'il est

intéressant de voir si les interactions que nous avons avec ceux-ci peuvent avoir une influence sur les performances cognitives de l'individu. Cela pourra ensuite permettre d'adapter les interventions et les interactions que pourra avoir le Nao avec les personnes requérant des services.

3.2. Objectifs

Le principal objectif de la présente étude est de déterminer comment les interactions avec un robot humanoïde peuvent avoir une influence sur les performances cognitives de l'humain avec qui il interagit, plus précisément en ce qui concerne la mémoire de travail.

3.3. DÉROULEMENT

La présente étude est effectuée à l'Université du Québec à Chicoutimi. Elle se déroule principalement selon les étapes suivantes :

- 1) Tout d'abord, nous vous demanderons de remplir un court questionnaire nous permettant de récolter quelques informations plus générales à propos de vous.
- 2) Des évaluations psychométriques d'une durée de 5 à 10 minutes seront par la suite effectuées afin d'avoir une mesure de base de vos performances en mémoire de travail.
- 3) Un questionnaire d'une durée de 5 minutes en lien avec vos impressions actuelles en ce qui concerne le robot sera complété afin d'avoir une mesure de base.
- 4) Ensuite, vous devrez avoir une interaction structurée avec un robot humanoïde d'environ 20 minutes.
- 5) Vous devrez remplir à nouveau un questionnaire d'une durée de 5 minutes afin de connaître vos impressions sur l'interaction avec le robot.
- 6) Finalement, les évaluations sur la mémoire de travail (d'une durée de 5 à 10 minutes) seront reprises une dernière fois à l'aide des mêmes outils que ceux utilisés précédemment (point 2) afin d'observer la possible présence de fluctuation dans les vos performances de mémoire de travail.

L'ensemble des procédures se dérouleront dans le respect des règles sanitaires en vigueur liées à la pandémie de Covid-19.

4. AVANTAGES, RISQUES ET/OU INCONVÉNIENTS ASSOCIÉS AU PROJET DE RECHERCHE

La participation au projet de recherche n'entraîne pas d'avantage direct. Toutefois, les résultats obtenus pourraient contribuer à l'avancement des connaissances dans le domaine des technologies d'assistance sociale.

En ce qui concerne les inconvénients possibles, ces derniers sont surtout en lien avec le temps nécessaire à consacrer pour participer à ce projet. Si vous ressentiez une charge psychologique à la suite de cette expérimentation, vous pourrez en parler à l'assistant de recherche qui pourra vous référer aux ressources adéquates

(811, CLSC, etc). Vous ne retirerez aucun bénéfice personnel de votre participation à ce projet de recherche.

5. CONFIDENTIALITÉ, DIFFUSION ET CONSERVATION

5.1 Confidentialité

Les renseignements recueillis grâce à votre participation au projet de recherche seront déposés dans un dossier de recherche par les chercheuses responsables du projet. Seuls les renseignements nécessaires pour répondre aux objectifs scientifiques de ce projet seront recueillis.

Aucun document ne permettra de recueillir des informations permettant de vous identifier. Tous les renseignements qui seront recueillis durant votre participation au projet demeureront strictement confidentiels. Ainsi, pour préserver la confidentialité de vos renseignements, tous les documents seront identifiés seulement à l'aide d'un code (afin de relier les questionnaires entre eux).

5.2 Diffusion

Les résultats obtenus seront présentés dans l'essai doctoral de l'étudiante qui est responsable du projet de recherche. Également, ceux-ci pourraient être présentés dans des articles scientifiques ou des présentations dans certains congrès scientifiques. Toutefois, l'anonymat des participants sera toujours assuré lors de la diffusion de ces résultats.

5.3 Conservation

Les données anonymisées recueillies dans le cadre de ce projet de recherche seront versées dans une banque qui pourrait être utilisée pour d'autres études en lien avec l'utilisation du robot humanoïde NAO. Ces études devront au préalable être évaluées et approuvées par un comité d'éthique de la recherche. Les données seront conservées de façon sécuritaire (dans un classeur barré pour les données papiers et transcrites dans des fichiers informatiques barrés par un code), par les chercheurs responsables du projet à l'Université du Québec à Chicoutimi (UQAC). Par ailleurs, seuls les membres de l'équipe de recherche qui ont signé une déclaration d'honneur pourront avoir accès aux données.

Les données recueillies dans le cadre de ce projet seront conservées pour une période excédant les 25 ans afin que d'autres études en lien avec l'utilisation du robot humanoïde NAO puissent être faites ultérieurement. Aucune donnée jugée identificatoire ne sera conservée. Une demande d'approbation pour toute recherche visant l'utilisation de ces données devra être faite dans un comité d'éthique de la recherche.

6. PARTICIPATION VOLONTAIRE ET DROIT DE RETRAIT

Vous êtes totalement libre de participer à ce projet de recherche. Au cours de l'expérimentation, vous pouvez décider de mettre fin à votre participation sans aucune conséquence négative et sans avoir à justifier votre décision. Vous devrez aviser la personne responsable du projet de recherche afin de l'informer de votre décision. Toutes les informations qui avaient été recueillies seront alors détruites. Toutefois, une fois que vous aurez quitté les lieux, il ne sera plus possible de demander la destruction des données recueillies jusqu'à maintenant puisqu'elles seront identifiées seulement à l'aide d'un code et que nous ne gardons pas de clés du code. Enfin, toute nouvelle information acquise à tout moment durant le projet qui pourrait affecter votre décision de continuer à participer au projet vous sera communiquée sans délai par verbalement ou par écrit.

7. INDEMNITÉ COMPENSATOIRE

Aucune rémunération ne vous sera offerte pour votre participation au projet de recherche, Cependant, les frais de stationnement encourus par votre participation à l'étude vous seront remboursés.

8. PERSONNES-RESSOURCES

Si vous avez des questions concernant le projet de recherche ou si vous éprouvez un problème que vous croyez relié à votre participation au projet de recherche, vous pouvez communiquer avec la responsable du projet de recherche aux coordonnées suivantes :

Julie Bouchard : julie1_bouchard@uqac.ca / 418-545-5011 #5667

Pour toute question d'ordre éthique concernant votre participation à ce projet de recherche, vous pouvez communiquer avec le Comité d'éthique de la recherche (par téléphone au 418-545-5011 poste 4704 (ligne sans frais : 1-800-463-9880 poste 4704) ou par courriel à l'adresse cer@uqac.ca).

CONSENTEMENT DU PARTICIPANT (COPIE DU PARTICIPANT)

- Je consens à ce que les données recueillies soient utilisées dans le cadre d'un autre projet de recherche ayant reçu au préalable une approbation éthique.

Dans le cadre du projet intitulé portant sur *NAO et mémoire de travail*, j'ai pris connaissance du formulaire d'information et de consentement et je comprends suffisamment bien le projet pour que mon consentement soit éclairé. Je suis satisfait des réponses à mes questions et du temps que j'ai eu pour prendre ma décision. Je consens donc à participer à ce projet de recherche aux conditions qui y sont énoncées. Je comprends que je suis libre d'accepter de participer et que je pourrai me retirer en tout temps de la recherche si je le désire, sans aucun préjudice ni justification de ma part. Une copie signée et datée du présent formulaire d'information et de consentement m'a été remise.

Nom et signature du participant

Date

Signature de la personne qui a obtenu le consentement

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

Nom et signature de la personne qui obtient le consentement

Date

Signature et engagement du chercheur responsable du projet

Je certifie avoir moi-même, ou un membre autorisé de l'équipe de recherche, expliqué au participant les termes du présent formulaire d'information et de consentement, répondu aux questions qu'il a posées et lui avoir clairement indiqué qu'il pouvait à tout moment mettre un terme à sa participation, et ce, sans préjudice. Je m'engage, avec l'équipe de recherche, à respecter ce qui a été convenu au

formulaire d'information et de consentement et à en remettre une copie signée au participant à cette recherche.

Nom et signature du chercheur responsable du projet de recherche
Date

Appendice F
Protocole du sous-test *Séquences de chiffres*

Séquences de chiffres

Ordre croissant :

Consigne : Maintenant, je vais vous dire des chiffres. Écoutez attentivement parce que je ne peux pas les répéter. Quand j'aurai fini, je veux que vous me les redisiez dans le même ordre. Vous répétez exactement ce que je dis.

Item	Réponse correcte
1.	$9 - 7$ $6 - 3$
2.	$5 - 8 - 2$ $6 - 9 - 4$
3.	$7 - 2 - 8 - 6$ $6 - 4 - 3 - 9$
4.	$4 - 2 - 7 - 3 - 1$ $7 - 5 - 8 - 3 - 6$
5.	$3 - 9 - 2 - 4 - 8 - 7$ $6 - 1 - 9 - 4 - 7 - 3$
6.	$4 - 1 - 7 - 9 - 3 - 8 - 6$ $6 - 9 - 1 - 7 - 4 - 2 - 8$
7.	$3 - 8 - 2 - 9 - 6 - 1 - 7 - 4$ $5 - 8 - 1 - 3 - 2 - 6 - 4 - 7$
8.	$2 - 7 - 5 - 8 - 6 - 3 - 1 - 9 - 4$ $7 - 1 - 3 - 9 - 4 - 2 - 5 - 6 - 8$



Ordre inverse :

Consigne : Maintenant, je vais encore vous dire des chiffres, mais cette fois, quand je vais arrêter, je veux que vous les disiez en ordre inverse. Si je dis 7 - 1, qu'est-ce que vous répondez?

C'est exact

OU

Ce n'est pas tout à fait ça, donner la bonne réponse et faire un 2^e essai

3-4

Item	Essai	Réponse correcte
1.	3 - 1	1 - 3
	2 - 4	4 - 2
2.	4 - 6	6 - 4
	5 - 7	7 - 5
3.	6 - 2 - 9	9 - 2 - 6
	4 - 7 - 5	5 - 7 - 4
4.	8 - 2 - 7 - 9	9 - 7 - 2 - 8
	4 - 9 - 6 - 8	8 - 6 - 9 - 4
5.	6 - 5 - 8 - 4 - 3	3 - 4 - 8 - 5 - 6
	1 - 5 - 4 - 8 - 6	6 - 8 - 4 - 5 - 1
6.	5 - 3 - 7 - 4 - 1 - 8	8 - 1 - 4 - 7 - 3 - 5
	7 - 2 - 4 - 8 - 5 - 6	6 - 5 - 8 - 4 - 2 - 7
7.	8 - 1 - 4 - 9 - 3 - 6 - 2	2 - 6 - 3 - 9 - 4 - 1 - 8
	4 - 7 - 3 - 9 - 6 - 2 - 8	8 - 2 - 6 - 9 - 3 - 7 - 4
8.	9 - 4 - 3 - 7 - 6 - 2 - 1 - 8	8 - 1 - 2 - 6 - 7 - 3 - 4 - 9
	7 - 2 - 8 - 1 - 5 - 6 - 4 - 3	3 - 4 - 6 - 5 - 1 - 8 - 2 - 7



Ordre croissant :

Consigne : Maintenant, je vais encore dire des chiffres. QQuand j'aurai fini, je veux que vous me disiez les chiffres en ordre croissant, en commençant par le plus petit. Si je dis 2-3-1, qu'est-ce que vous répondez?

C'est exact

OU

Ce n'est pas tout à fait ça, donner la bonne réponse et faire un 2^e essai

5-2-2

Item	Essai	Réponse correcte
1.	1-2	1-2
	4-2	2-4
2.	3-1-6	1-3-6
	0-9-4	0-4-9
3.	8-7-9-2	2-7-8-9
	4-8-7-1	1-4-7-8
4.	2-6-9-1-7	1-2-6-7-9
	3-8-3-5-8	3-3-5-8-8
5.	2-1-7-4-3-6	1-2-3-4-6-7
	6-2-5-2-3-4	2-2-3-4-5-6
6.	7-5-7-6-8-6-2	2-5-6-6-7-7-8
	4-8-2-5-4-3-5	2-3-4-4-5-5-8
7.	5-8-7-2-7-5-4-5	2-4-5-5-5-7-7-8
	9-4-9-7-3-0-8-4	0-3-4-4-7-8-9-9
8.	5-0-1-1-3-2-1-0-5	0-0-1-1-1-2-3-5-5
	2-7-1-4-8-4-2-9-6	1-2-2-4-4-6-7-8-9



Appendice G
Protocole du test des blocs de Corsi

Bloc Corsi

À l'endroit

Maintenant je veux que vous fassiez exactement ce que je vais faire. Touchez les blocs que je vais toucher, dans le même ordre.

Toucher les blocs au rythme de 1 par seconde.

Arrêter après un échec aux deux items d'une même série.

<i>Item</i>	<i>Essai</i>	<i>Séquences</i>	<i>Réponse</i>	<i>Résultat</i>
1	1	3 – 10		
	2	7 – 4		
2	1	1 – 9 – 3		
	2	8 – 2 – 7		
3	1	4 – 9 – 1 – 6		
	2	10 – 6 – 2 – 7		
4	1	6 – 5 – 1 – 4 – 8		
	2	5 – 7 – 9 – 8 – 2		
5	1	4 – 1 – 9 – 3 – 8 – 10		
	2	9 – 2 – 6 – 7 – 3 – 5		
6	1	10 – 1 – 6 – 4 – 8 – 5 – 7		
	2	2 – 6 – 3 – 8 – 2 – 10 – 1		
7	1	7 – 3 – 10 – 5 – 7 – 8 – 4 – 9		
	2	6 – 9 – 3 – 2 – 1 – 7 – 10 – 5		
8	1	5 – 8 – 4 – 10 – 7 – 3 – 1 – 9 – 6		

	2	8 - 2 - 6 - 1 - 10 - 3 - 7 - 4 - 9		
			Total	

À l'envers

Maintenant je vais toucher d'autres blocs. Cette fois-ci, lorsque je vais arrêter, je veux que vous touchiez les blocs à l'envers, dans l'ordre inverse du mien. Par exemple, si je touche ce bloc-ci (le cube 3) et ensuite celui-ci (le cube 5), qu'est-ce que vous feriez ?

S'il donne la bonne réponse, on doit dire: "**C'est bien.**

Voici le suivant. Souvenez-vous de toucher les blocs dans l'ordre inverse."

S'il ne donne pas la bonne réponse, on doit dire: "**Non, j'ai touché celui-ci, ensuite celui-ci. Alors, pour les toucher dans l'ordre inverse, vous devez toucher celui-ci et ensuite celui-ci. Maintenant, essayons-en un autre. Si je touche celui-ci (cube 9) ensuite celui-ci (cube 1), que feriez-vous ?**

Peu importe qu'il réussisse ou qu'il manque le deuxième exemple, on commence le test.

<i>Item</i>	<i>Essai</i>	<i>Séquences</i>	<i>Réponse</i>	<i>Résultat</i>
1	1	7 - 4 (4 - 7)		
	2	3 - 10 (10 - 3)		
2	1	8 - 2 - 7 (7 - 2 - 8)		
	2	1 - 9 - 3 (3 - 9 - 1)		
3	1	10 - 6 - 2 - 7 (7 - 2 - 6 - 10)		

	2	4-9-1-6 (6-1-9-4)		
4	1	5-7-9-8-2 (2-8-9-7-5)		
	2	6-5-1-4-8 (8-4-1-5-6)		
5	1	9-2-6-7-3-5 (5-3-7-6-2-9)		
	2	4-1-9-3-8-10 (10-8-3-9-1-4)		
6	1	2-6-3-8-2-10-1 (1-10-2-8-3-6-2)		
	2	10-1-6-4-8-5-7 (7-5-8-4-6-1-10)		
7	1	6-9-3-2-1-7-10-5 (5-10-7-1-2-3-9-6)		
	2	7-3-10-5-7-8-4-9 (9-4-8-7-5-10-3-7)		
8	1	8-2-6-1-10-3-7-4-9 (9-4-7-3-10-1-6-2-8)		
	2	5-8-4-10-7-3-1-9-6 (6-9-1-3-7-10-4-8-5)		
			Total	

Grand Total	
--------------------	--

Appendice H
Formulaire de consentement #2

**FORMULAIRE D'INFORMATION ET DE CONSENTEMENT
CONCERNANT LA PARTICIPATION**

Titre du projet : Induction d'émotions à l'humain à l'aide du NAO et exploration de l'impact sur une tâche de mémoire de travail.

Chercheurs responsables du projet :

Julie Bouchard, Ph. D. Professeure en neuropsychologie clinique, Université du Québec à Chicoutimi (UQAC)

Kevin Bouchard, Ph. D. Professeur en informatique, Université du Québec à Chicoutimi (UQAC)

Cochercheur : **Camille Bilodeau**, Ba. Psy, candidate au D. Psy

1. FINANCEMENT

Le présent projet de recherche est financé par le Conseil de Recherches en Sciences Naturelles et en Génie du Canada (CRSNG) et par les Fonds Québécois de la Recherche sur la Nature et les Technologies (FRQNT).

2. PRÉAMBULE

Nous sollicitons votre participation à un projet de recherche. Cependant, avant d'accepter de participer à ce projet et de signer ce formulaire d'information et de consentement, veuillez prendre le temps de lire, de comprendre et de considérer attentivement les renseignements qui suivent.

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

3. DESCRIPTION DU PROJET DE RECHERCHE, OBJECTIFS ET DÉROULEMENT

3.1. Description du projet de recherche

La présente étude porte sur les impacts que peuvent avoir les émotions programmées par le robot humanoïde Nao sur l'état émotionnel de l'individu. Par la suite, nous souhaitons étudier si cet état émotionnel peut influencer les

performances à une tâche de mémoire de travail. Ainsi, nous nous intéressons à l'influence que peut avoir les émotions générées par un robot sur les performances cognitives d'un individu. Puisque ce robot d'assistance sociale est utilisé dans les domaines de l'éducation et de la recherche, en plus d'intervenir auprès de personnes ayant des besoins plus spécifiques, nous pensons qu'il est intéressant de voir si les interactions que nous avons avec ce robot peuvent avoir une influence sur les performances cognitives de l'individu. Cela pourra ensuite permettre d'adapter les interventions et les interactions que pourra avoir le Nao avec les personnes requérant des services.

3.2. Objectifs

Le principal objectif de la présente étude est de déterminer si les différentes émotions qui sont simulées par le robot Nao peuvent être induites à un humain et si ces émotions peuvent avoir une influence sur les performances cognitives de ce dernier, plus précisément en ce qui concerne la mémoire de travail.

3.3. Déroulement

La présente étude a été effectuée à l'Université du Québec à Chicoutimi. Elle a été réalisée en suivant les étapes suivantes :

- 7) Tout d'abord, nous vous avons demandé de remplir un court questionnaire nous permettant de récolter quelques informations plus générales à propos de vous.
- 8) Des évaluations psychométriques d'une durée de 5 à 10 minutes ont par la suite été effectuées afin d'avoir une mesure de base de vos performances de mémoire de travail.
- 9) Un questionnaire d'une durée de 5 minutes en lien avec votre état émotionnel a été complété afin d'avoir une mesure de base.
- 10) Une interaction structurée avec un robot humanoïde d'environ 20 minutes a été effectuée dans le but de vous induire un état émotionnel.
- 11) Par la suite, un second questionnaire d'une durée de 5 minutes a été complété afin de connaître votre état émotionnel à la suite de l'interaction avec le robot Nao.
- 12) Finalement, les évaluations de la mémoire de travail d'une durée de 5 à 10 minutes ont été reprises une dernière fois, à l'aide des mêmes évaluations psychométriques précédemment complétées, afin d'observer la possible présence de fluctuation dans vos performances de mémoire de travail en lien avec l'induction de l'état émotionnel.
- 13) Une période de debriefing est effectuée afin de vous informer sur les réels objectifs de la présente étude (que nous ne pouvions vous dire au préalable pour ne pas influencer vos réactions).

L'ensemble des procédures se dérouleront dans le respect des règles sanitaires en vigueur liées à la pandémie de Covid-19.

4. AVANTAGES, RISQUES ET/OU INCONVÉNIENTS ASSOCIÉS AU PROJET DE RECHERCHE

La participation au projet de recherche n'entraîne pas d'avantage direct. Toutefois, les résultats obtenus pourraient contribuer à l'avancement des connaissances dans le domaine des technologies d'assistances sociales.

En ce qui concerne les inconvénients possibles, il est possible de ressentir une charge émotionnelle différente de celle ressentie avant votre participation au projet de recherche. Si vous ressentiez une charge psychologique à la suite de cette expérimentation, vous pouvez nous en parler pour que nous vous orientons vers les services appropriés (CLSC, lignes d'écoute ou contacter directement le 811). D'autres inconvénients possibles sont surtout en lien avec le temps nécessaire à consacrer pour participer à ce projet. Vous ne retirerez aucun bénéfice personnel de votre participation à ce projet de recherche.

5. CONFIDENTIALITÉ, DIFFUSION ET CONSERVATION

5.1. Confidentialité

Les renseignements recueillis grâce à votre participation au projet de recherche seront déposés dans un dossier de recherche par les chercheuses responsables du projet ainsi que leur personnel. Seuls les renseignements nécessaires pour répondre aux objectifs scientifiques de ce projet seront recueillis.

Aucun document ne permettra de recueillir des informations permettant de vous identifier. Tous les renseignements qui seront recueillis durant votre participation au projet demeureront strictement confidentiels. Ainsi, pour préserver la confidentialité de vos renseignements, tous les documents seront identifiés seulement à l'aide d'un code (afin de relier les questionnaires entre eux).

5.2. Diffusion

Les résultats obtenus seront présentés dans l'essai doctoral de l'étudiante qui est responsable du projet de recherche. Également, ceux-ci pourraient être présentés dans des articles scientifiques ou des présentations dans certains congrès scientifiques. Toutefois, les renseignements permettant de conserver l'anonymat des participants ne seront en aucun cas dévoilés lors de la diffusion de ces résultats de recherche.

5.3 Conservation

Les données anonymisées recueillies dans le cadre de ce projet de recherche seront versées dans une banque qui pourrait être utilisée pour d'autres études en lien avec l'utilisation du robot humanoïde NAO. Ces études devront au préalable être évaluées

et approuvées par un comité d'éthique de la recherche. Les données seront conservées de façon sécuritaire (dans un classeur barré pour les données papiers et transcrites dans des fichiers informatiques barrés par un code), par les chercheurs responsables du projet à l'Université du Québec à Chicoutimi (UQAC). Par ailleurs, seuls les membres de l'équipe de recherche qui ont signé une déclaration d'honneur pourront avoir accès aux données.

Les données recueillies dans le cadre de ce projet seront conservées pour une période excédant les 25 ans afin que d'autres études en lien avec l'utilisation du robot humanoïde NAO puissent être faites ultérieurement. Aucune donnée jugée identificatoire ne sera conservée. Une demande d'approbation pour toute recherche visant l'utilisation de ces données devra être faite dans un comité d'éthique de la recherche.

6. PARTICIPATION VOLONTAIRE ET DROIT DE RETRAIT

Vous êtes totalement libre de participer à ce projet de recherche. Au cours de l'expérimentation, vous pouvez décider de mettre fin à votre participation sans aucune conséquence négative et sans avoir à justifier votre décision. Vous devrez aviser la personne responsable du projet de recherche afin de l'informer de votre décision. Toutes les informations qui avaient été recueillies seront alors détruites. Toutefois, une fois que vous aurez quitté les lieux, il ne sera plus possible de demander la destruction des données recueillis jusqu'à maintenant puisqu'ils seront identifiés seulement à l'aide d'un code et que nous ne gardons pas de clés du code. Enfin, toute nouvelle information acquise à tout moment durant le projet qui pourrait affecter votre décision de continuer à participer au projet vous sera communiquée sans délai verbalement ou par écrit.

7. INDEMNITÉ COMPENSATOIRE

Aucune rémunération ne vous sera offerte pour votre participation au projet de recherche. Cependant, les frais de stationnement encourus par votre participation à l'étude vous seront remboursés.

8. PERSONNES-RESSOURCES

Si vous avez des questions concernant le projet de recherche ou si vous éprouvez un problème que vous croyez relié à votre participation au projet de recherche, vous pouvez communiquer avec le responsable du projet de recherche aux coordonnées suivantes :

Julie Bouchard : julie1_bouchard@uqac.ca / 418-545-5011#5667

Pour toute question d'ordre éthique concernant votre participation à ce projet de recherche, vous pouvez communiquer avec le Comité d'éthique de la recherche

(par téléphone au 418-545-5011 poste 4704 (ligne sans frais : 1-800-463-9880 poste 4704) ou par courriel à l'adresse cer@uqac.ca).

CONSENTEMENT DU PARTICIPANT

- Je consens à ce que les données recueillies soient utilisées dans le cadre d'un autre projet de recherche ayant reçu au préalable une approbation éthique.

Dans le cadre du projet intitulé **Induction d'émotions à l'humain à l'aide du NAO et exploration de l'impact sur une tâche de mémoire de travail**, j'ai pris connaissance du formulaire d'information et de consentement et je comprends suffisamment bien le projet pour que mon consentement soit éclairé. Je suis satisfait des réponses à mes questions et du temps que j'ai eu pour prendre ma décision. Je consens donc à participer à ce projet de recherche aux conditions qui y sont énoncées. Je comprends que je suis libre d'accepter de participer et que je pourrai me retirer en tout temps de la recherche si je le désire, sans aucun préjudice ni justification de ma part. Une copie signée et datée du présent formulaire d'information et de consentement m'a été remise.

Nom et signature du participant

Date

Signature de la personne qui a obtenu le consentement

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

Nom et signature de la personne qui obtient le consentement

Date

Signature et engagement du chercheur responsable du projet

Je certifie avoir moi-même, ou un membre autorisé de l'équipe de recherche, expliqué au participant les termes du présent formulaire d'information et de consentement, répondu aux questions qu'il a posées et lui avoir clairement indiqué qu'il pouvait à tout moment mettre un terme à sa participation, et ce, sans préjudice. Je m'engage, avec l'équipe de recherche, à respecter ce qui a été convenu au

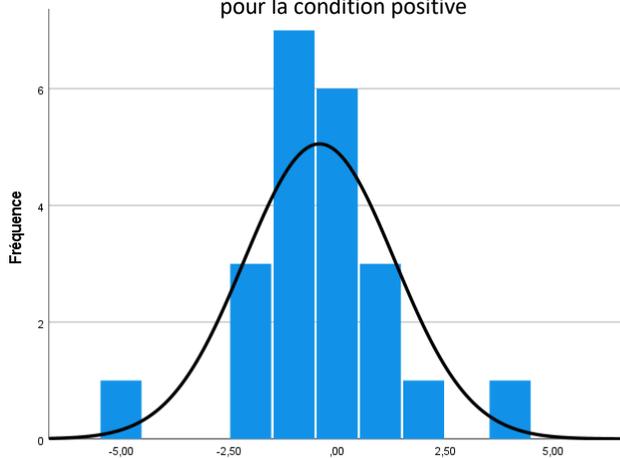
formulaire d'information et de consentement et à en remettre une copie signée au participant à cette recherche.

Nom et signature du chercheur responsable du projet de recherche
Date

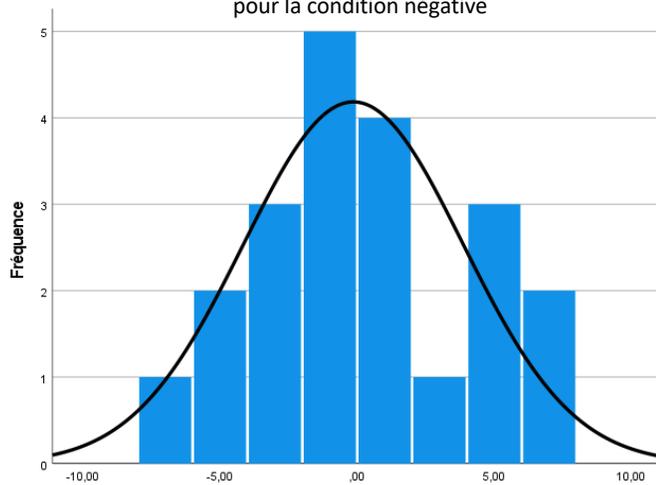
Appendice I

Histogramme des résultats du questionnaires PANAS pour chacune des conditions à l'étude

Différence entre les scores obtenus au PANAS
au premier et au deuxième temps de mesure
pour la condition positive

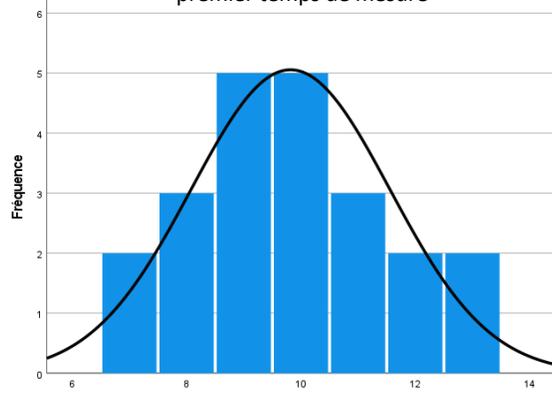


Différence entre les scores obtenus au PANAS
au premier et au deuxième temps de mesure
pour la condition négative



Appendice J
Histogramme des résultats aux administrées

Score au test *Séquences de chiffres* au premier temps de mesure



Score au test des *blocs de Corsi* au premier temps de mesure

