

# Projet Tutoré : Impact de la Charge Perceptive et/ou Cognitive sur le Traitement des Informations Visuelles Émotionnelles

M1 SC : Jordan Cohen, Lèna Petrone, Nicolas Rault \*  
Encadrants : Laure Coudrat, Jean-Luc Kop, Vincent Berthet

Année universitaire 2018/2019



**iDHC** Institut des  
sciences du Digital  
Management & Cognition



---

\*. Les auteurs ont contribués de manière équivalente au projet

## Table des matières

<b>1</b>	<b>Déroulement du projet</b>	<b>2</b>
1.1	Préambule . . . . .	2
1.2	Définition du protocole . . . . .	2
1.3	Implémentation du protocole . . . . .	5
1.4	Conclusion . . . . .	5
<b>2</b>	<b>Article Scientifique</b>	<b>7</b>
2.1	Introduction . . . . .	7
2.2	Matériel et Méthodes . . . . .	10
2.2.1	Population Etudiée . . . . .	10
2.2.2	Conception Expérimentale . . . . .	10
2.2.3	Analyses Statistiques . . . . .	12
2.3	Résultats . . . . .	12
2.3.1	Tâche de mémoire de travail . . . . .	12
2.3.2	Tâche de Stroop modifiée . . . . .	13
2.4	Discussion . . . . .	14
2.5	Conclusion . . . . .	15

# 1 Dérroulement du projet

## 1.1 Préambule

Le rapport bibliographique rendu au premier semestre n'était pas assez précis sur la question de l'automacité du traitement de l'émotion. Ainsi, dans l'impossibilité de pouvoir la traiter lors de la deuxième partie du projet, nous avons produit un nouveau rapport bibliographique avec un point de vue moins général sur le sujet. Dans ce premier temps, nous nous sommes intéressés à toutes les interactions possibles entre la charge cognitive/perceptive et le traitement des informations visuelles émotionnelles or il était attendu de nous que nous ayons une approche plus précise du sujet. Ainsi, nous avons recommencé, et nous avons relu les articles sélectionnés en prêtant une attention particulière à la question de l'automacité du traitement de l'émotion.

La relecture des articles avec cette nouvelle approche nous a permis de prêter une attention particulière aux travaux de Tavares et al.[14], dont les résultats se démarquaient de ceux des autres papiers sur le sujet. En effet, là où la plupart des articles penchaient directement sur une conclusion en faveur du l'automacité ou de la non-automacité du traitement de l'émotion, l'article de T. P. Tavares se voulait plus nuancé. Il mettait l'accent sur l'importance d'identifier quel type de charge était mis en jeu dans les tâches. La différence entre charge perceptive et charge cognitive n'était pas toujours faite et/ou évidente dans les autres articles. Plus précisément, ses résultats mettaient en avant des potentielles interactions entre un type précis de charge cognitive et le traitement de l'émotion. Ils montraient ainsi une diminution des temps de réaction, dans une tâche mettant en jeu la mémoire de travail sous l'effet d'une image à valence négative, et d'une charge de calcul importante. La valence désigne la qualité agréable, désagréable ou neutre d'un stimulus. Cela paraissait contre intuitif. En effet, nous nous attendions à un accroissement du temps de réaction lorsque la difficulté d'une tâche augmentait, mais également à une évolution similaire lorsque l'émotion était traitée de manière automatique. Or ce n'était pas le cas. Afin d'approfondir ces résultats, nous avons décidé de créer une expérience comparant les effets de la mémoire de travail aux effets d'un autre type de charge cognitive, sur le traitement de l'émotion.

## 1.2 Définition du protocole

Lorsque nous avons dû construire le protocole expérimental de l'expérience, de nombreuses questions se sont posées. Il nous fallait en effet choisir une charge cognitive n'utilisant pas la mémoire de travail, déterminer des tâches réalisables en un temps limité, éviter d'introduire des biais, ou des possibilités d'appliquer des stratégies pour simplifier la tâche, et choisir les stimuli émotionnels à présenter.

Dans un premier temps, il nous a fallu mettre en place une expérience que l'on pouvait comparer à celle de Tavares (Figure 1). Nous avons donc repris sa tâche de mémoire de travail telle qu'il la présentait, et nous avons réfléchi à une tâche qui utiliserait le même type de stimuli, et qui pourrait présenter des résultats dans un format de réponse similaire.

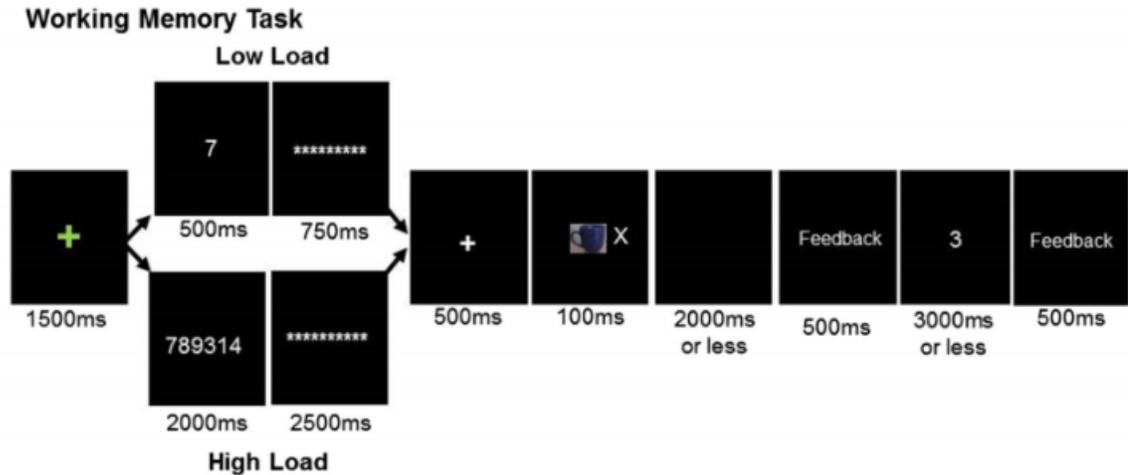


FIGURE 1 – Tâche de mémoire de travail de l'expérience de Tavares

Nous avons alors pensé à soumettre nos sujets à une tâche de calcul mental. De cette manière, la mémoire de travail ne paraissait pas être la principale charge cognitive exploitée, et les stimuli présentés étaient également des chiffres. Cependant, le format de réponse devant être binaire, cela revenait à demander aux sujets de faire le choix d'une réponse entre deux propositions. Il fallait donc que les participants se rappellent de l'équation demandée, et dans ce fait, la mémoire de travail était forcément utilisée. De plus, nous nous sommes aperçus que l'utilisation de chiffres pour la tâche de Tavares n'était pas judicieuse. En effet, la séquence de chiffres proposée dans son expérience comptait six éléments compris entre 1 et 9. Le sujet avait donc 6 chances sur 10 d'avoir juste en répondant au hasard, ce qui biaisait les résultats. Nous avons donc opté pour l'utilisation de stimuli composés de lettres, et augmenté à sept le nombre d'éléments affichés, sept étant le nombre maximum d'éléments sur lesquels une personne peut prêter attention en même temps (Miller, 1956).

Le passage des chiffres aux lettres posait néanmoins un problème, il n'était pas possible de demander au sujet de faire des opérations arithmétiques avec des lettres. Nous avons donc pensé à effectuer une tâche de Stroop que nous avons modifiée. L'inhibition mise en jeu par cette dernière est en effet une charge cognitive en elle-même, et plusieurs articles que nous avons lu (Raschle et al.[12] par exemple) mettaient également en jeu une tâche d'inhibition. Nous avons donc décidé qu'il serait intéressant d'utiliser ce genre de tâche pour notre expérience, et nous avons fait des recherches afin de savoir s'il existait déjà une tâche de Stroop qui utilisait des lettres comme stimuli. Nous avons notamment étudié l'article de Stirling & Coltheart de 1977[16], qui montre un effet de Stroop en utilisant ce type de stimuli (Figure 2).

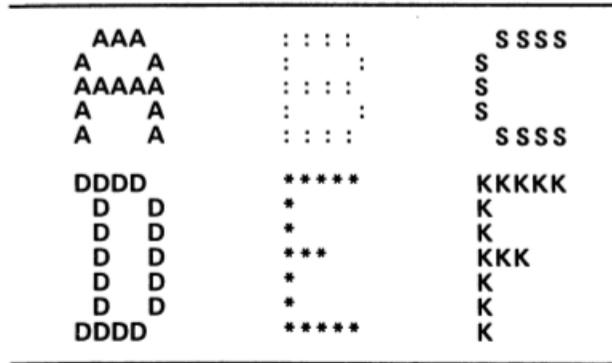


FIGURE 2 – Exemple de Stimuli utilisés par Stirling et Coltheart en 1977

C'est à partir des stimuli exploités dans cet article que nous avons réalisé notre tâche de Stroop modifiée. De plus, nous avons corrigé en conséquence la tâche de mémoire de travail de Tavares pour que cette dernière utilise des lettres et non plus des chiffres. Il nous restait néanmoins un problème à résoudre, le format de réponse. En effet, les réponses à une tâche de Stroop se font la plupart du temps sous un format oral, la personne disant à voix haute le plus rapidement possible ce qu'elle pense être la réponse juste. De tels résultats ne pouvant être comparés à ceux obtenus par la tâche de mémoire de travail, nous avons opté pour une autre solution. Nous avons donc décidé de demander aux sujets d'appuyer sur la touche du clavier correspondant à la réponse qu'il souhaitait donner. Préalablement, une instruction les prévenait des lettres qui seraient présentes dans la figure à venir. La tâche nous a semblé quelque peu simple, et l'énonciation à l'avance des stimuli présentés ne la rendait pour le moins pas idéale. Cependant, après moult réflexions sur le protocole de cette tâche, cette solution s'est présentée comme étant celle qui présentait le moins de biais possible comparé aux autres possibilités que nous avions.

Pour finir, le choix des images s'est fait parmi celles que proposait la base d'images de l'International Affective Picture System (IAPS), utilisée dans l'expérience de Tavares que nous avons pris pour référence, ainsi que de nombreux articles que nous avons lu sur le sujet. Nous avons identifié deux modalités à utiliser, des images à valence neutre et des images à valence négative. Nous avons donc sélectionné des images dans cette base de données tout en faisant attention au format de ces dernières, qu'elles soient de la même taille, sans bandes noires sur les côtés. De plus, nous avons décidé de mélanger les types de stimuli, pour éviter de n'avoir qu'une unique catégorie, et ainsi présenter aux sujets divers types d'images, que ce soit des animaux, des objets ou encore des visages. Une fois tous ces paramètres définis, nous sommes passés à l'implémentation de ce protocole.

### 1.3 Implémentation du protocole

Nous avons réalisé ce protocole en utilisant le logiciel OpenSesame, créé en python et ayant pour but de faciliter la réalisation de protocoles expérimentaux, plus particulièrement en psychologie. Étant donné le nombre important de stimuli à randomiser pour la réalisation de notre expérience, nous avons entrepris d'écrire en premier lieu les algorithmes permettant une randomisation des variables nécessaires. L'algorithme attribuait donc aléatoirement une chaîne de caractères à une image, générait ensuite aléatoirement une lettre, et définissait la réponse attendue : Vrai si la lettre était présente dans la chaîne de caractères et faux si elle n'y était pas. La randomisation importante des stimuli utilisés semblait cependant bloquer le logiciel. L'algorithme seul fonctionnait, mais le logiciel semblait rester bloqué dans une boucle infinie lorsqu'il l'exécutait.

Ne sachant pas comment résoudre ce problème, nous avons décidé de réaliser la totalité du protocole à la main sans nous servir d'OpenSesame. Il nous fallait donc une interface graphique, pouvoir gérer les entrées clavier, un chronomètre pour définir le temps d'affichage de chaque fenêtre et générer les variables de façon aléatoire. Les différents composants du protocole fonctionnaient correctement séparément, mais nous nous sommes aperçus qu'il n'était pas nécessaire de randomiser les chaînes de caractères à afficher, car elles devaient être les mêmes pour tous les sujets. L'utilisation des fonctions de randomisation proposées par OpenSesame devint alors possible. Quelques rigidités du logiciel ont continué de nous poser problème, notamment sur la gestion des entrées clavier, mais ces problèmes furent finalement résolus. La communauté se servant du logiciel était assez active pour répondre aux questions des autres utilisateurs, et nous a permis d'avancer plus aisément.

### 1.4 Conclusion

De manière générale, ce projet tutoré nous a été bénéfique. Nous avons appris de nombreuses choses, que nous n'aurions pas pu apprendre avec les cours dispensés cette année. Ce projet nous a permis de mobiliser des connaissances en statistiques, en neurosciences, en psychologie cognitive. Il nous a permis de nous familiariser avec le style d'écriture d'un article scientifique et d'appréhender la façon dont l'anglais était utilisé pour les rédiger. Nous avons mis en commun et en application des connaissances venant de différents domaines.

Au sein du groupe, les compétences étaient diverses. Certains étaient plus à l'aise avec la lecture et la compréhension d'articles scientifiques, d'autres en gestion de projet ou encore en programmation. Nos profils étant pour le moins différents, notre approche du sujet n'était pas nécessairement la même, mais cela a permis d'avoir un bon équilibre au sein du groupe, et de bien répartir les tâches à faire. La mise en commun de ces diverses connaissances a contribué au bon déroulement du projet, la plupart du temps. Cependant, les différentes façons que chacun avait de procéder, dues aux différents cursus que nous avons suivis, rendait certaines discussions compliquées. En effet, il nous est arrivé de débattre sur un sujet sur lequel nous étions au final d'accord. La complexification de la discussion, était provoqué par un problème de vocabulaire commun, sur lequel nous avons dû travailler.

Au départ, nous ne savions pas à quelle fréquence nous devons contacter nos tuteurs. Cela s'est avéré problématique lors du rendu de la bibliographie au premier semestre, car si nous avions eu plus d'interactions avec eux, nous aurions pu avoir une meilleure compréhension du sujet. Ainsi, au deuxième semestre, nous en avons tiré leçon et donc eu beaucoup plus de contact avec nos tuteurs. Régulièrement, nous leur envoyions un rapport de notre avancée dans le projet, et/ou nous nous retrouvions pour en discuter en réunion.

Comme le projet est distribué sur l'année entière, il est nécessaire de faire preuve d'une bonne organisation, ce qui n'a pas forcément été le cas au départ du projet. Nous avons eu besoin d'un temps d'adaptation pour pouvoir planifier et coordonner tout ce que nous devons faire. Après conseils de nos tuteurs, nous avons mis en place un rétroplanning. Ce rétroplanning nous a aidé à nous fixer des objectifs pour une limite de temps donnée, ce qui nous a forcé à nous organiser au mieux et de façon plus productive. Malgré tout, nous avons eu certains problèmes qui malheureusement nous ont fait prendre du retard sur notre travail.

Un de ces problèmes a été l'analyse des résultats. Sur ce point, lors de l'analyse, nous nous sommes rendu compte que nous avions de grosses lacunes en statistiques. Les cours de statistiques que nous avons eu pendant l'année n'ont pas su nous aider à réaliser l'analyse de nos tests. En effet, nous avons eu très peu de cours sur les tests statistiques, et ils n'étaient pas assez détaillés pour parvenir à réaliser l'analyse de nos tests en se basant dessus uniquement. Ainsi, après avoir cherché dans de multiples sources de ressources sur le sujet, nous avons pu réaliser nos tests statistiques.

Ces points négatifs nous ont permis de nous rendre compte de la réalité du monde de la recherche et plus généralement du monde du travail. Il semble essentiel de prévoir plus de temps que nécessaire lors des rendus, car nous ne sommes pas à l'abri de problèmes qui peuvent survenir impromptueusement au dernier moment.

Pour conclure, ce projet nous a apporté de nombreuses choses : une bonne organisation pour rendre les projets à temps, une anticipation des travaux à réaliser, et une mise en application de nos connaissances antérieures et nouvelles dans des domaines nouveaux et variés.

## 2 Article Scientifique

### Abstract

---

*Objectifs* - Dans la tentative de déchiffrer les processus du traitement de l'émotion, la question de l'automatisme de ce dernier se pose, et oppose deux points de vue bien distincts. Le point de vue considérant le traitement des émotions comme étant automatique, notamment soutenu par les résultats de l'article de Gupta[5], se confronte ainsi à l'hypothèse inverse, appuyée par les résultats de Pessoa[10]. Nous verrons dans cet article que les résultats de ces deux études ne sont pas incompatibles, et peuvent s'expliquer notamment par les différents types d'expériences proposées aux sujets.

*Méthodes* - La présente étude s'inscrit à la suite du papier publié par T. P. Tavares en 2015[14]. L'expérience mise en place essaye de montrer une relation particulière entre la mémoire de travail et le traitement de l'émotion. Dans ce but, nous opposons dans cet article les résultats d'un test de mémoire de travail à ceux d'une tâche d'inhibition. L'expérience a été menée sur 31 sujets âgés de 20 à 28 ans.

*Résultats* - Les résultats montrent un effet significatif de la charge cognitive sur le temps de réaction pour la tâche de mémoire de travail, mais aucunement pour la tâche d'inhibition. De plus, aucun résultat significatif ne permet d'établir une interaction quelconque entre la charge cognitive et le traitement de l'émotion.

*Interprétation* - Grâce aux résultats obtenus, nous pouvons voir que le niveau de charge cognitive influe sur le temps de réaction. Pour ce qui est de l'interaction entre charge cognitive et émotion, nos résultats montrent que le traitement des informations visuelles à caractère émotionnel ne se fait pas de manière automatique, et qu'elles nécessitent, par conséquent, de l'attention.

---

**Mots Clés** : Charge cognitive ; Charge perceptive ; Mémoire de travail ; Tâche d'inhibition ; Tâche de Stroop ; Émotion ; Traitement de l'émotion

### 2.1 Introduction

Au cours des deux dernières décennies, le traitement des informations visuelles émotionnelles est devenu d'un grand intérêt pour la société. L'émotion est partout : dans la publicité, lors d'une conversation, ou même pour comprendre ce qu'il se passe dans notre environnement. Pouvoir traiter ces informations rapidement et automatiquement peut être vu comme un atout

évolutionnaire[15]. Les analyser est très important au quotidien, notamment pour détecter les stimuli menaçants. L'intérêt de comprendre les processus du traitement de l'émotion sous l'effet d'une charge cognitive et/ou perceptive élevée est donc certain. De plus, la compréhension de ces mécanismes peut nous permettre d'appréhender certains troubles mentaux liés au comportement. C'est pourquoi la présente étude se concentre sur la question de l'automatisation du traitement de

l'émotion.

Avant d'énoncer notre hypothèse, il est nécessaire de s'attarder sur la définition de certains concepts restés flous dans d'autres articles sur le sujet. Afin de rendre la lecture de ce rapport la plus claire possible, une mise au point sur les implications engendrées par un traitement automatique des émotions est indispensable. De plus, une bonne différenciation des termes de charge de calcul, charge cognitive et de charge perceptive, concepts clefs de cette étude, est un prérequis nécessaire pour comprendre tous travaux sur l'automatisme du traitement de l'émotion.

Il n'est pas rare qu'il soit fait un abus de langage entre charge perceptive et charge cognitive, d'utiliser un de ces deux termes pour qualifier l'autre. Pour pallier cela, T. P. Tavares introduit dans son article de 2015 le terme de charge de calcul[14], qui permet d'englober les notions de charge perceptive et de charge cognitive. La charge cognitive se définit par les ressources mises en jeu lors de l'utilisation de la mémoire de travail et de l'attention. Elle va influencer la rapidité du traitement des informations et ainsi faciliter le développement des connaissances des sujets[13]. Dans la plupart des expériences liées à la charge cognitive, la difficulté d'une tâche (opération arithmétique avancée, simple addition, ou nombre d'éléments à retenir par exemple) est ce qui est modifié pour faire varier la charge cognitive. La charge perceptive quant à elle, est la quantité d'informations sur laquelle un ou plusieurs organes perceptifs peuvent porter leur attention. Selon Gupta et al.[5], il s'agit des calculs demandés par une tâche donnée au système perceptuel. [Traduction des auteurs].

L'hypothèse du traitement automatique de l'émotion stipule que, lorsqu'une tâche est demandée au sujet et qu'elle ne concerne pas directement l'identification de l'émotion, si l'on pré-

sente un quelconque stimulus contenant une valence émotionnelle (ne concernant pas la tâche principale à effectuer), alors l'attention du sujet serait tout de même dirigée vers le traitement de l'information émotionnelle. Cette dernière, prenant le dessus sur les autres informations présentées au sujet, serait traitée de manière inconsciente et automatique. La contraposée, l'hypothèse du traitement non automatique de l'émotion, sous-entend quant à lui que le traitement de l'émotion nécessite que le sujet porte consciemment et volontairement son attention vers les stimuli vecteurs d'émotions. De nombreux papiers furent publiés afin de trouver une réponse à cette question de l'automatisme du traitement de l'émotion, et différents protocoles expérimentaux visant à affirmer l'une ou l'autre des hypothèses furent mis en place. Cependant, aucune réponse unique à cette question n'est connue de nos jours.

L'expérience menée par Gupta et al.[5] demandait aux sujets d'identifier la présence d'un "X" ou d'un "O" parmi des caractères entourant un visage. Cette expérience nous révèle que la performance des sujets soumis à cette tâche, n'était pas entravée par la présence d'un visage à valence positive. Cependant, la présentation d'un visage arborant une expression négative, quant à elle, influait sur le temps de réaction des sujets. En effet, dans une tâche à charge perceptive élevée, le temps de réaction était plus important. Ces résultats nous poussent à penser que les stimuli négatifs sont traités de manière automatique. La logique nous dictant qu'il s'agit là d'un atout ayant favorisé la survie des individus les plus vigilants au regard de l'évolution. Les individus traitant les émotions négatives en premier lieu étant plus aptes à identifier de potentiels prédateurs, auraient donc plus de chance de survivre. Cette théorie se fonde donc sur une démarche logique, d'un point de vue de l'évolution. Cette théorie

est soutenue également par les résultats obtenus par Petrucci et Pecchinenda[9] qui ont eux réalisés une expérience qui jouait sur la charge cognitive. Leur papier met en valeur une corrélation entre la charge cognitive et l'interférence des informations visuelles émotionnelles. Une tâche requérant une forte charge cognitive serait donc parasitée par la présence de visage à valence positive.

Cependant, d'autres expériences penchent vers l'hypothèse totalement contraire à celle-ci. Les processus du traitement de l'émotion seraient en concurrence, au même titre que n'importe quelle fonction cognitive, pour obtenir les ressources nécessaires à leur fonctionnement. Le traitement des informations visuelles émotionnelles seraient donc fait uniquement si la charge de calcul mise en jeu par le cerveau d'un individu le permet, ce processus n'ayant aucune priorité sur les autres. Cette hypothèse est notamment appuyée par les résultats de l'expérience menée par Wang et al.[15]. Dans cette expérience, les chercheurs estiment faire varier la charge perceptive (bien que nous puissions considérer qu'elle fait également jouer la mémoire de travail, donc une charge cognitive). Cette expérience montre qu'il est nécessaire d'avoir des ressources attentionnelles pour traiter l'émotion négative. Ainsi, en charge perceptive forte, l'émotion négative n'est pas traitée. D'autres expériences présentent des résultats similaires comme celle de Raschle et al.[12], qui utilisaient des images à valence négatives ou neutres en amorce d'une tâche d'inhibition, qui est une charge cognitive. L'absence de résultat significatif sur la relation entre le temps de réponse des participants, la charge cognitive et la valence émotionnelle des stimuli présentés, ne permet cependant pas de conclure en faveur de la théorie du traitement automatique des émotions.

Ces résultats, à première vue opposés, ne sont en réalité pas incompatibles. Tavares et al.[14]

proposent en effet une explication logique à cela. La confusion proviendrait de la difficulté à définir clairement la charge cognitive et la charge perceptive, de l'ambiguïté existante entre ces deux termes. Ainsi, il construit son expérience en opposant une tâche faisant varier la charge perceptive, à une tâche jouant sur la mémoire de travail. Les résultats obtenus par cette étude sont très curieux. Ces derniers montrent une diminution des temps de réaction lorsque la mémoire de travail est grandement sollicitée, sous l'effet d'un stimulus émotionnel négatif. Il tente d'expliquer ceci par une potentielle superposition des systèmes de traitement de l'émotion, et de la mémoire de travail au sein du cerveau.

Notre étude s'inscrit à la suite de la lecture de cet article, pour tenter de mettre en lumière une interaction particulière entre la mémoire de travail et le traitement de l'émotion. Nous tentons de comparer les effets de la mémoire de travail sur le traitement de l'émotion, aux effets de l'inhibition sur le traitement des émotions. De cette façon, notre étude pourra appuyer ou contredire la théorie de Tavares, selon laquelle la mémoire de travail et le traitement de l'émotion sont intimement liés.

En conséquent, et au vu des conclusions de l'article de T. P. Tavares, il nous paraissait intéressant de reproduire son expérience, en modifiant la tâche utilisée pour augmenter la charge cognitive, et pour émettre ensuite une critique. En effet, les deux tests proposés dans cet article sont très éloignés l'un de l'autre et il semble donc difficile de pouvoir comparer les résultats. Il est possible que la charge perceptive demandée dans la première tâche soit plus élevée que la charge cognitive demandée dans la deuxième. Il nous apparaît alors nécessaire de conduire une nouvelle expérience, ayant pour but d'affiner et de contrôler les résultats obtenus. Nous supposons donc

que la différence d'effets entre la charge cognitive et la charge perceptive sur l'émotion n'apparaîtra pas, si nous mettons en jeu un autre type de charge cognitive que la mémoire de travail dans une expérience similaire à celle réalisée dans l'article de Tavares.

## 2.2 Matériel et Méthodes

### 2.2.1 Population Etudiée

31 participants (29 droitiers, 2 gauchers, 13 femmes, 18 hommes) âgés entre 20 et 28 ans ont participé à cette étude. Tous avaient une vision normale ou corrigée. Nous avons choisi une population étudiante, car notre expérience nécessitant l'usage d'un ordinateur, nous avons décidé que ce serait le meilleur échantillon possible pour nos recherches. En effet, les étudiants connaissant déjà et sachant se servir d'un ordinateur et d'un clavier, cela permettait de mettre tous les participants sur un pied d'égalité, et ainsi de ne pas biaiser les résultats. Ils ont tous rempli et signé un formulaire de consentement éclairé écrit, et des informations préalables sur la procédure ont été fournies à tous les participants avant qu'ils ne débutent l'expérience.

### 2.2.2 Conception Expérimentale

Avant d'être installés, les sujets ont rempli un formulaire de consentement éclairé. Nous leur avons expliqué brièvement le déroulement de l'expérience, et les tâches qu'ils allaient avoir à réaliser. Nous avons fait commencer une moitié des sujets par une tâche de mémoire de travail, et l'autre moitié par une tâche de Stroop modifiée. L'ordre d'exécution était défini de manière aléatoire. Il leur était indiqué de ne pas parler durant les phases de test.

### Tâche de mémoire de travail

Lors de la tâche de mémoire de travail, il s'affichait à l'écran une lettre ou une série de lettres (type de stimuli et choix des lettres aléatoires) durant 2000ms, que les participants devaient retenir. Ces lettres étaient ensuite cachées durant 2500ms, puis une unique lettre apparaissait. Les participants devaient alors, à l'aide des flèches directionnelles du clavier, signifier lors de la phase de réponse si la lettre était présente dans la chaîne de caractères présentée précédemment ou non (Figure 3). Les sujets devaient appuyer sur la flèche de droite pour répondre "oui" et sur la flèche de gauche pour répondre "non". Le temps de réponse maximal était fixé à 3000ms. Il y avait 40 essais. En condition de charge cognitive faible, une seule lettre était présentée, alors que la condition de charge cognitive forte quant à elle, présentait sept lettres.

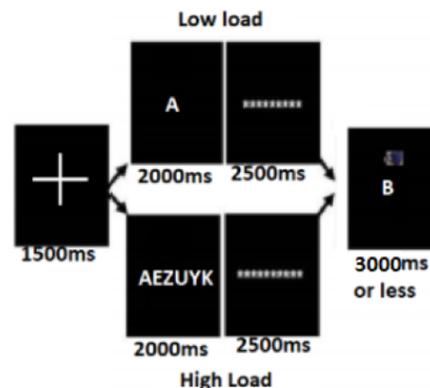


FIGURE 3 – Plan du protocole de la tâche de mémoire de travail

### Tâche de Stroop modifiée

Nous avons décidé de réaliser une tâche de Stroop modifiée (tâche d'inhibition), en plus de

la première tâche car elle ne repose pas majoritairement sur la mémoire de travail, contrairement à une tâche de calcul. Pour la mettre en place, nous avons convenu d'utiliser 15 lettres différentes pour les utiliser dans notre expérience. Nous avons déterminé leurs constructions, en charge cognitive faible et en charge cognitive forte. Pour la condition en charge faible, la lettre étant partiellement formée de lettre parasites (Figure 4), et 40 essais pour la condition en charge forte, la lettre étant complètement formée de lettres parasites (Figure 5). Nous avons construit chaque lettre avec un éditeur d'images pour qu'elles soient le plus nettes possible, et qu'elles produisent un réel impact sur le sujet. Pour cette tâche, la question devait recevoir une réponse binaire. Il était nécessaire de faire cela pour pouvoir comparer nos résultats avec la tâche de mémoire de travail.

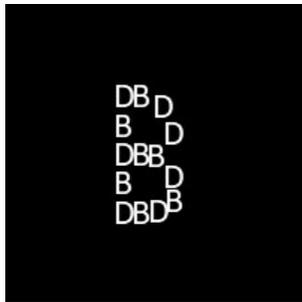


FIGURE 4 – Présentation d'une lettre en condition de charge cognitive faible

Afin de proposer un format de réponse similaire à la tâche de mémoire de travail (par souci de comparabilité), il nous est apparu qu'informer les sujets des deux lettres impliquées dans l'essai à venir, et leur demander de positionner leurs doigts sur les lettres correspondantes sur le clavier, était la solution la plus appropriée. Après avoir effectué des pré-tests, nous avons observé

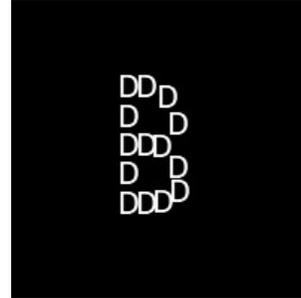


FIGURE 5 – Présentation d'une lettre en condition de charge cognitive forte

que cela prenait en moyenne 2 à 3 secondes à un individu pour lire la consigne, poser ses doigts aux endroits convenus et se considérer comme étant prêt à faire l'essai. Les pré-tests ayant été effectués sur des étudiants relativement à l'aise avec l'informatique, nous avons choisis d'allouer 5 secondes au positionnement des sujets dans le protocole final de l'expérience.

Finalement, pour cette tâche, une consigne demandait aux sujets de placer leurs doigts sur deux lettres spécifiques sur le clavier. Ils avaient alors 5 secondes pour se placer sur le clavier. Ensuite, une croix de fixation apparaissait durant 1500ms. Un stimulus était alors présenté aux sujets, et ils devaient appuyer sur la touche correspondante à la grande lettre qui s'était affichée à l'écran (Figure 6). Le temps de réponse maximal était fixé à 3000ms. Il y avait 80 essais, 40 essais en charge cognitive forte, et 40 essais en charge cognitive faible.

A chaque phase de réponse, une image à caractère émotionnel, négatif ou neutre, était affichée à l'écran. Nous avons spécifié aux participants avant le début des tests qu'ils ne devaient pas se préoccuper de ces images.

Pour ce qui concerne ces images à caractère émotionnel, après observation de la base de don-

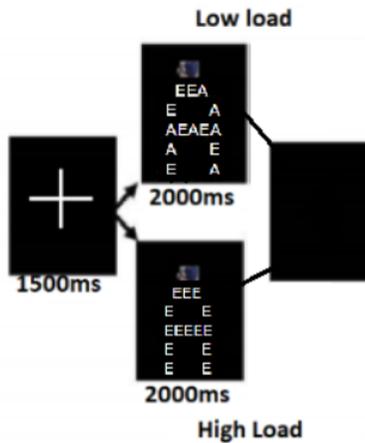


FIGURE 6 – Plan du protocole de la tâche d’inhibition

nées de l’IAPS, nous avons choisi 20 images négatives et 20 images neutres pour notre expérience. Pour les images neutres, leur valence se situait aux alentours de 5 (sur une échelle de 1 à 9, 1 étant très désagréable et 9 étant très agréable), et leur intensité aux alentours de 3 (1 étant peu intense et 9 étant très intense). Pour les images négatives, leur valence se trouvait entre 1 et 3, et leur intensité variait entre 6 et 7. Le stimulus émotionnel était pour 50% des tests au-dessus de la tâche et pour 50% des tests en-dessous. Pour les deux tâches, il était présenté au moment où le sujet devait répondre.

Avant de commencer chacune des tâches, les participants avaient une séance d’entraînement de 10 essais, pour les initier à ce qu’ils allaient devoir faire, et pour qu’ils puissent poser des questions avant de commencer le test s’ils n’avaient pas compris certains points.

Après que les sujets aient passé les deux tâches, il leur était demandé d’évaluer les images précédemment présentées à l’écran : ils devaient éva-

luer leur réaction personnelle face à elles, s’ils les appréciaient, ou non. Les sujets devaient les noter sur une échelle de Likert variant de 1 à 9 : 1 signifiant pas du tout agréable, 5 signifiant neutre, 9 signifiant très agréable. Nous souhaitions que les sujets donnent une note sur les images, pour savoir s’ils les percevaient comme étant négatives, neutres, ou positives. Cela nous a permis de savoir si les images avaient eu l’effet escompté sur les sujets, et ainsi d’éviter les biais.

### 2.2.3 Analyses Statistiques

Pour déchiffrer les processus du traitement de l’émotion, nous avons réalisé des tests statistiques sur le temps de réponse des participants, sur les valences émotionnelles des images, ainsi que sur les types de charges cognitives. Dans un premier temps, nous avons fait un test de Shapiro-Wilk pour vérifier si nos données suivaient une loi normale ou non, et cela sur toutes les modalités de notre expérience. Les résultats de ces tests ont montré que nos données ne suivaient pas une loi normale. Nous avons ensuite effectué un test de Mann-Whitney sur chacune des tâches, pour connaître la significativité de la différence des temps de réponse par rapport à la valence émotionnelle des images ou aux types de charges cognitives.

## 2.3 Résultats

### 2.3.1 Tâche de mémoire de travail

A l’aide d’un test statistique de Mann Whitney, nous avons comparé les temps de réaction dans la tâche de mémoire de travail, sous les effets d’images à valences neutres ou négatives. Nous avons alors obtenu une p-value de 0.7975. Cela semble indiquer que la valence seule ne peut

expliquer la différence de temps de réponse observée. Lorsque nous réalisons le même test sur les différences de temps de réaction qui existe entre les essais de charge cognitive faible et de charge cognitive forte, nous obtenons alors un résultat significatif ( $p < 2.2e-16$ ). Nous pouvons donc affirmer que la difficulté de la tâche de mémoire de travail influence les performances des participants. Plus la charge cognitive est élevée, plus ils mettent du temps à traiter les informations. Cependant, la valence émotionnelle des images présentées n'influe aucunement sur la tâche. Sous l'effet d'une charge faible, la comparaison des temps de réaction entre les valences neutres et négatives des images s'est avérée non significative ( $p=0.87$ ). De même, un test similaire en charge forte nous a montré également des résultats non significatifs ( $p=0.29$ ). Ainsi, ces résultats penchent vers l'affirmation de l'hypothèse du traitement non-automatique des émotions, les participants n'auraient pas traité les informations à caractère émotionnel. Cela expliquerait pourquoi nous n'observons pas de modification des temps de réaction des participants lorsqu'il leur était présenté des images à valences négatives.

### 2.3.2 Tâche de Stroop modifiée

Pour cette tâche, nous n'avons obtenu aucun résultat significatif, que ce soit pour la valence émotionnelle ( $p=0.4147$ ) ou pour la charge cognitive ( $p=0.2928$ ). Nous pouvons en conclure que notre tâche n'a eu pas l'effet escompté. Aucune relation entre le temps de réaction et la valence émotionnelle des images, ou entre le temps de réaction et la charge cognitive n'a pu être confirmée. La tâche que nous avons proposée devait donc être trop facile pour pouvoir apporter des résultats exploitables. La différence des

moyennes des temps de réaction permet d'appuyer ces propos (Figure 7 et 8). Nous passons d'une moyenne de 887ms sous charge faible à 867ms sous charge forte pour cette tâche, contre 821ms sous charge faible à 1174ms sous charge forte pour la tâche de mémoire de travail.

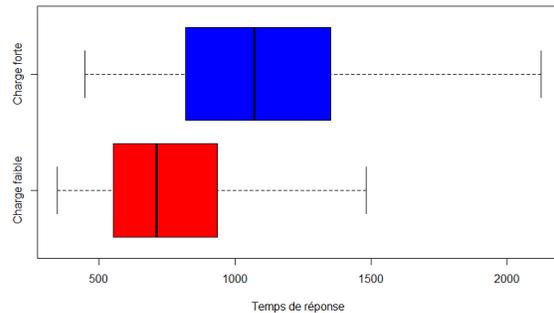


FIGURE 7 – Comparaison du temps de réaction en charge faible et forte sur la mémoire de travail

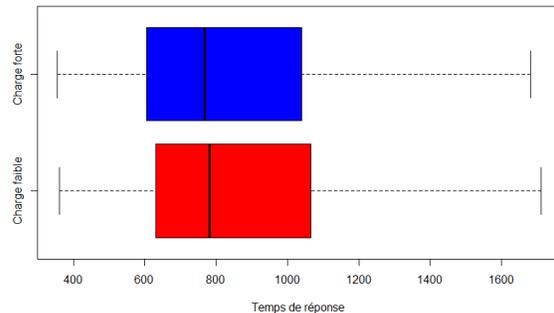


FIGURE 8 – Comparaison du temps de réaction en charge faible et forte sur l'inhibition

Enfin, nous avons demandé aux participants après qu'ils aient réalisé les deux tâches, d'évaluer leur appréciation des images proposées lors de l'expérience. Les résultats de cette évaluation

présentent une valence moyenne similaire à celle donnée par la base de données de l'IAPS (négatives de l'IAPS : 2.453, négatives de l'expérience : 2.427 et neutres de l'IAPS : 5.098, neutres de l'expérience : 5.769). Cependant, les écart-types obtenus par notre évaluation sont autrement plus importantes que ceux de l'IAPS (Figure 9), cela est sûrement dû à notre échantillon, plus faible, comparé à celui de l'IAPS.

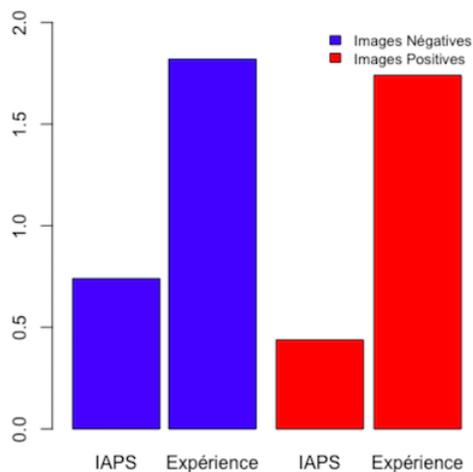


FIGURE 9 – Ecart-types des images

## 2.4 Discussion

À la vue de nos résultats, il nous semble évident que la tâche de Stroop modifiée que nous avons mise en place était trop simple pour les participants. En effet, très peu de sujets ont eu des difficultés lors de cette tâche, même en charge cognitive élevée. Nous pouvons en conclure que cette tâche n'est pas idéale pour notre expérience. Le format de la tâche de Stroop modifiée laissait le temps aux sujets d'anticiper et de réfléchir à leurs réponses. La consigne, en indiquant aux sujets où positionner leurs doigts sur le

clavier, leur donnait une information importante qui leur permettaient de savoir quelles lettres allaient être concernées par l'essai à venir. A l'avenir, nous pourrions tenter de réaliser une autre tâche d'inhibition plus efficace que celle-ci, pour tenter d'avoir des résultats plus intéressants à étudier.

Malgré que l'on ait clairement indiqué aux sujets avant les phases de tests qu'ils ne devaient pas porter de l'attention aux images présentées lors des tâches, nous n'avons aucune garantie qu'ils aient respecté correctement cette consigne. Plusieurs personnes ont d'ailleurs fait quelques remarques par rapport aux images au cours de la tâche, ce qui prouve qu'ils les ont perçues de manière consciente. Pour éviter cela, il aurait fallu utiliser un eye-tracker. L'eye-tracker est une technologie permettant idéalement de mesurer l'attention des utilisateurs. Il indique ce que les participants regardent à l'écran, ce qu'ils ont lu ou exploré, donc leur comportement visuel, ainsi que leur degré d'attention relative pour les différentes parties de l'écran. L'utilisation de cette technologie aurait permis de savoir, de manière certaine, si les participants avaient porté leur attention sur les images, et si ça avait été le cas, retirer ces données de nos résultats pour éviter au maximum les biais liés à ce problème.

Il faut également prendre compte dans les résultats d'un biais dû à des différences de conditions expérimentales. Nous avons fait passer les 16 premiers sujets dans une salle que nous avons réservé sur le Campus des Mines à ARTEM. Cependant, suite à un problème d'organisation, indépendamment de notre volonté, nous avons été obligés de changer de salle pour faire nos passations (notre salle ayant été réservée par d'autres personnes sur le même créneau que celui de notre équipe). Ainsi, nous avons nécessairement fait varier les conditions expérimentales.

De plus, nous pouvons également discuter de la base de données d'images du IAPS dans laquelle nous avons sélectionné nos images pour nos tests. Bien que cette base de données soit utilisée dans le monde entier et par beaucoup de chercheurs, il ne faut néanmoins pas la prendre comme acquise ou comme étant systématiquement vraie. Certaines images de cette base notées comme neutres, pouvaient être interprétées totalement différemment et être perçues comme étant négatives par les sujets et vice-versa. Cette base devant être utilisée à titre indicatif, il était essentiel de demander aux sujets d'évaluer les images que nous leur avons présenté. Cela a permis de vérifier leur valence, données par l'IAPS, par rapport aux notes d'appréciations que leur avaient attribués nos sujets. Nous aurions aussi dû utiliser des images uniquement en noir et blanc, la couleur attirant le regard. Il est possible que nos sujets aient eu des difficultés à ignorer les images présentées à cause de cela.

Finalement, la différence entre nos résultats et ceux obtenus par Tavares[14] peuvent être due au fait que les sujets, que ce dernier a fait passer, aient pu regarder les images quand bien même il leur avait été indiqué de ne pas le faire. N'ayant aucune manière de vérifier cela, cette hypothèse n'est pas à exclure. En l'absence de l'utilisation de la technologie d'eye-tracker, cette hypothèse pourra toujours être relevée. En cela, comme dit précédemment, il paraît indispensable d'utiliser cette technologie dans les prochaines expériences visant à répondre à la question de l'automatisme du traitement de l'émotion. Ensuite, le nombre de répétitions imposées aux sujets par l'expérience de Tavares (240 par tâche pour 40 images) ont permis aux sujets d'avoir un éventuel apprentissage des tâches demandées, entraînant alors, une diminution du temps de réaction. Une reproduction de cette expérience pourrait permettre

d'affirmer ou d'infirmar cette hypothèse.

## 2.5 Conclusion

Les résultats des tests sur la tâche de mémoire de travail montrent qu'il existe une interaction entre la charge cognitive et le temps de réaction. Cela confirme le fait que la tâche de mémoire de travail propose bien deux niveaux de charges cognitives différents. Ainsi, la tâche jugée à forte charge cognitive, s'avère effectivement plus compliquée à effectuer que celle à dite à faible charge cognitive. Cependant, l'analyse des résultats n'a pas permis d'établir une interaction entre la charge cognitive et l'émotion. En effet, la valence des images présentées aux sujets n'a pas eu d'impact significatif sur le temps de réaction. Cela signifie donc que le sujet n'a pas traité l'information visuelle à caractère émotionnel proposée de manière automatique et inconsciente. Ces résultats tendent donc à soutenir l'hypothèse selon laquelle le traitement de l'émotion requiert de l'attention, au même titre que n'importe quel autre processus cognitif.

La tâche d'inhibition quant à elle, ne présentant aucun résultat significatif, ne semble pas suffisante pour confirmer ou infirmer l'hypothèse étudiée. En effet, la tâche jugée à forte charge cognitive n'est pas assez difficile pour se différencier de la tâche à charge plus faible, ainsi, la différence de temps de réaction n'est pas significative. Nous sommes donc dans l'impossibilité de nous positionner ou de conclure quoi que ce soit pour cette tâche.

## Références

- [1] D'Andrea-Penna, G. M., Frank, S. M., Heatherton, T. F., & Tse, P. U. (2017). *Distraction tracking : Interactions between nega-*

- tive emotion and attentional load in multiple-object tracking.* *Emotion*, 17(6), 900-904. <https://doi.org/10.1037/emo0000329>
- [2] DeFraigne, W. C. (2016). *Differential effects of cognitive load on emotion : Emotion maintenance versus passive experience.* *Emotion*, 16(4), 459-467. <https://doi.org/10.1037/emo0000140>
- [3] Erthal, F. S., De Oliveira, L., Mocaiber, I., Pereira, M. G., Machado-Pinheiro, W., Volchan, E., & Pessoa, L. (2005). *Load-dependent modulation of affective picture processing.* *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, 5(4), 388-395. <https://doi.org/10.3758/CABN.5.4.388>
- [4] Gupta, R., Hur, Y.-J., & Lavie, N. (2016). *Distracted by pleasure : Effects of positive versus negative valence on emotional capture under load.* *Emotion*, 16(3), 328-337. <https://doi.org/10.1037/emo0000112>
- [5] Gupta, R., & Srinivasan, N. (2015). *Only irrelevant sad but not happy faces are inhibited under high perceptual load.* *Cognition and Emotion*, 29(4), 747-754. <https://doi.org/10.1080/02699931.2014.933735>
- [6] Lavie, N. (1995). *Perceptual load as a necessary condition for selective attention.* *Journal of Experimental Psychology : Human Perception and Performance*, 21(3), 451-468. <https://doi.org/10.1037/0096-1523.21.3.451>
- [7] Müller-Bardorff, M., Schulz, C., Peterburs, J., Bruchmann, M., Mothes-Lasch, M., Miltner, W., & Straube, T. (2016). *Effects of emotional intensity under perceptual load : An event-related potentials (Erps) study.* *Biological Psychology*, 117, 141-149. <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2016.03.006>
- [8] Öhman, A., & Soares, J. J. (1993). *On the automatic nature of phobic fear : Conditioned electrodermal responses to masked fear-relevant stimuli.* *Journal of Abnormal Psychology*, 102(1), 121-132. <https://doi.org/10.1037/0021-843X.102.1.121>
- [9] Pecchinenda, A., & Petrucci, M. (2016). *Emotion unchained : facial expression modulates gaze cueing under cognitive load.* *PLOS ONE*, 11(12), e0168111. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0168111>
- [10] Pessoa, L., McKenna, M., Gutierrez, E., & Ungerleider, L. G. (2002). *Neural processing of emotional faces requires attention.* *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 99(17), 11458-11463. <https://doi.org/10.1073/pnas.172403899>
- [11] Petrucci, M., & Pecchinenda, A. (2016). *The role of cognitive control mechanisms in selective attention towards emotional stimuli.* *Cognition and Emotion*, 31(7), 1480-1492. <https://doi.org/10.1080/02699931.2016.1233861>
- [12] Raschle, N. M., Fehlbaum, L. V., Menks, W. M., Euler, F., Sterzer, P., & Stadler, C. (2017). *Investigating the neural correlates of emotion-cognition interaction using an affective stroop task.* *Frontiers in Psychology*, 8 (1489). <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.01489>
- [13] Sweller, J., van Merriënboer, J. J. G., & Paas, F. G. W. C. (1998). *Cognitive architecture and instructional design.* *Educational Psychology Review*, 10(3), 251-296. <https://doi.org/10.1023/A:1022193728205>
- [14] Tavares, T. P., Logie, K., & Mitchell, D. G. V. (2016). *Opposing effects of*

*perceptual versus working memory load on emotional distraction.* Experimental Brain Research, 234(10), 2945–2956. <https://doi.org/10.1007/s00221-016-4697-2>

- [15] Wang, L., Feng, C., Mai, X., Jia, L., Zhu, X., Luo, W., & Luo, Y. (2016). *The impact of perceptual load on the non-conscious processing of fearful faces.* PLOS ONE, 11(5), e0154914. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0154914>
- [16] Stirling, N., Coltheart, M. (1977). *Stroop interference in a letter naming task.* Bulletin of the Psychonomic Society, 10(1), 31-34. <https://doi.org/10.3758/BF03333538>

## Table des figures

1	Tâche de mémoire de travail de l'expérience de Tavares . . . . .	3
2	Exemple de Stimuli utilisés par Stirling et Coltheart en 1977 . . . . .	4
3	Plan du protocole de la tâche de mémoire de travail . . . . .	10
4	Présentation d'une lettre en condition de charge cognitive faible	11
5	Présentation d'une lettre en condition de charge cognitive forte	11
6	Plan du protocole de la tâche d'inhibition . . . . .	12
7	Comparaison du temps de réaction en charge faible et forte sur la mémoire de travail . . . . .	13
8	Comparaison du temps de réaction en charge faible et forte sur l'inhibition . . . . .	13
9	Ecart-types des images . . . . .	14