

**HEC MONTRÉAL**

**Essais sur une expérience utilisateur vibro-cinétique: L'effet du multi-sensoriel en contexte cinématographique**

**par**

**Horea Pauna**

**Sciences de la gestion  
(Option Technologie de l'information)**

*Mémoire présenté en vue de l'obtention  
du grade de maîtrise ès sciences en gestion  
(M. Sc.)*

Juillet 2017  
© Horea Pauna, 2017



# HEC MONTRÉAL

## Comité d'éthique de la recherche

Le 09 juin 2016

À l'attention de : Pierre-Majorique Léger  
Technologies de l'information, Professeur titulaire,  
HEC Montréal

### **Objet : Approbation éthique de votre projet de recherche**

**# Projet :** 2017-2325

**Titre du projet de recherche :** Effets de l'engagement du spectateur sur l'efficacité du placement de produit dans les films.

Financement : R1981 et R1854

---

Votre projet de recherche a fait l'objet d'une évaluation en matière d'éthique de la recherche avec des êtres humains par le CER de HEC Montréal.

Un certificat d'approbation éthique qui atteste de la conformité de votre projet de recherche à la *Politique relative à l'éthique de la recherche avec des êtres humains* de HEC Montréal est émis en date du 09 juin 2016. Prenez note que ce certificat est **valide jusqu'au 01 juin 2017**.

Vous devrez obtenir le renouvellement de votre approbation éthique avant l'expiration de ce certificat à l'aide du formulaire *F7 - Renouvellement annuel*. Un rappel automatique vous sera envoyé par courriel quelques semaines avant l'échéance de votre certificat.

Si des modifications sont apportées à votre projet avant l'échéance du certificat, vous devrez remplir le formulaire *F8 - Modification de projet* et obtenir l'approbation du CER avant de mettre en oeuvre ces modifications. Si votre projet est terminé avant l'échéance du certificat, vous devrez remplir le formulaire *F9 - Fin de projet* ou *F9a - Fin de projet étudiant*, selon le cas.

Notez qu'en vertu de la *Politique relative à l'éthique de la recherche avec des êtres humains* de HEC Montréal, il est de la responsabilité des chercheurs d'assurer que leurs projets de recherche conservent une approbation éthique pour toute la durée des travaux de recherche et d'informer le CER de la fin de ceux-ci. De plus, toutes modifications significatives du projet doivent être transmises au CER avant leurs applications.

Vous pouvez dès maintenant procéder à la collecte de données pour laquelle vous avez obtenu ce certificat.

Nous vous souhaitons bon succès dans la réalisation de votre recherche.

**Le CER de HEC Montréal**

## CERTIFICAT D'APPROBATION ÉTHIQUE

La présente atteste que le projet de recherche décrit ci-dessous a fait l'objet d'une évaluation en matière d'éthique de la recherche avec des êtres humains et qu'il satisfait aux exigences de notre politique en cette matière.

---

**Projet # :** 2017-2325

**Titre du projet de recherche :** Effets de l'engagement du spectateur sur l'efficacité du placement de produit dans les films.

**Chercheur principal :**  
Pierre-Majorique Leger,  
Professeur titulaire, Technologies de l'information - HEC Montréal

**Cochercheurs :**  
Elena Karpova;  
Horea Pauna;  
Brendan Scully;  
Marc Fredette;  
Sylvain Senecal;  
David Briegne

**Date d'approbation du projet :** 09 juin 2016

**Date d'entrée en vigueur du certificat :** 09 juin 2016

**Date d'échéance du certificat :** 01 juin 2017

---



Maurice Lemelin  
Président du CER de HEC Montréal

## Résumé

Ce mémoire par articles s'intéresse à l'effet que produit une expérience multi-sensorielle en contexte de cinéma. Plus précisément, nous cherchons à comprendre ce qu'un spectateur ressent lorsqu'il écoute un film accompagné d'un siège vibro-cinétique. Ce type de technologie utilise l'interaction entre le mouvement et la vibration afin de produire des stimulations haptiques en synchronisation avec les différentes scènes du film. Afin de fournir ces informations, une étude en laboratoire a été menée afin de collecter les données psychophysologiques des participants. Cette étude a pour but de répondre aux questions suivantes: *Quel est l'effet du siège vibro-cinétique sur l'expérience vécue du spectateur en termes de réactions psychophysologiques? Dans quelle mesure l'expérience vibro-cinétique influence la capacité consciente et inconsciente de mémorisation de l'expérience?*

L'analyse des données physiologiques, émotionnelles et cognitives est présentée en premier lieu et démontre un effet positif de l'expérience vibro-cinétique. De fait, le spectateur ressent une expérience cinématographique augmentée lorsqu'il est en contexte multi-sensoriel. En deuxième lieu, l'analyse de données cognitives démontre que la condition vibro-cinétique a un effet inconscient sur la capacité de mémorisation du participant. Plus précisément, l'ajout de mouvements et vibrations semble bonifier le processus d'encodage de stimuli en créant un réseau d'association plus complet. Ces résultats suggèrent que la condition vibro-cinétique bonifie l'expérience vécue du spectateur en produisant des effets inconscients positifs. Les parties prenantes de l'industrie cinématographique peuvent utiliser les résultats de ce mémoire afin de mieux guider leurs choix quant à la décision d'implanter une telle technologie dans les salles. De fait, autant les fabricants de sièges que les salles de cinéma pourront savoir ce qu'ils font vivre à leurs spectateurs.

**Mots clés :** Haptique, Électroencéphalographie, Multi-Sensoriel, Vibro-Cinétique, Psychophysologique, Cinéma, Mémorisation, Reconnaissance, Placements de Produit



## Table des matières

Liste des tableaux et des figures .....	vii
Avant-propos.....	viii
Remerciements.....	ix
Introduction.....	1
1.1 Les concepts mobilisés dans cette étude .....	3
Placement de produits.....	3
Mémorisation.....	3
Mémorisation multi-sensorielle.....	4
Potentiel évoqué.....	5
1.2 Questions de recherche.....	5
1.3 Objectifs de l'étude et contributions potentielles .....	6
1.4 Informations sur les articles.....	8
Résumé du premier article.....	8
Résumé du deuxième article.....	9
1.5 Structure du mémoire .....	13
Chapitre 2: Premier Article.....	13
The Psychophysiological Effect of a Vibro-Kinetic Movie Experience: The Case of the D-BOX Movie Seat.....	13
Abstract .....	13
1 Introduction.....	14
2 Prior Research .....	14
3 Experimental Design and Sample .....	15
4 Measures .....	16
5 Analysis and Results .....	18
6 Concluding Comments.....	19
References .....	21
Chapitre 3: Deuxième Article.....	23
The Effects of a Vibro-Kinetic Multi-Sensory Movie Experience on Implicit and Explicit Stimuli Recognition .....	23

Abstract .....	23
1 Introduction.....	24
2 Previous Literature.....	25
2.1 Effect of Movement and Tactile Perception.....	25
2.2 Product Placements .....	26
2.3 Multi-Sensory Stimuli and Memorization.....	27
2.4 Research Hypotheses.....	27
3 Method.....	29
3.1 Research Participants.....	30
3.2 Experimental Design .....	30
3.3 Procedure.....	31
3.4 Apparatus.....	31
3.5 Measures.....	32
4 Results.....	33
4.1 Testing Explicit Recognition Performance.....	33
4.2 Testing Implicit Recognition Performance.....	35
5 Discussion.....	40
5.1 Theoretical Contributions.....	41
5.2 Practical Implications .....	42
5.3 Limitations and Further Research.....	43
References .....	44
Conclusion .....	51
Cycles itératifs de design d'expérimentation .....	51
Cycle itératif 1 .....	52
Cycle itératif 2 .....	53
Cycle itératif 3 .....	54
Cycle itératif 4.....	55
Rappel des questions de recherche et principaux résultats .....	55
Contributions.....	57
Contributions théoriques .....	57
Contributions pratiques .....	59



Limites et recherches futures.....	60
Bibliographie.....	61
Annexes.....	i
Méthodologie de la Revue de littérature .....	i



## Liste des tableaux et des figures

### Liste des figures

Figure 1: EDA over time for all three movies and important events minutes	20
Figure 2: Average ERP amplitude for each segment across all subjects	37
Figure 3: Topography difference between control and movement (400-600ms)	38

### Liste des tableaux

Tableau 1: Contributions et responsabilités dans la rédaction des articles	11
Table 2: Operationalization of the variables	18
Table 3. Recognition score for each film and movement	34
Table 4. Recognition task accuracy by movement condition	34
Table 5. Implicit descriptive statistics	35
Table 6. Implicit area amplitude difference of memory activation for Fz	36
Table 7. Implicit area amplitude difference of memory activation for Pz	36
Table 8. Effect of Fz area amplitude direction on explicit recognition	39
Table 9. Effect of Pz area amplitude on explicit recognition	39
Tableau 10. Cycles itératifs de design d'expérimentation et leurs objectifs	52

## **Avant-propos**

L'approbation a été reçue par la direction du programme de la Maîtrise ès sciences en gestion pour écrire ce mémoire par articles. Celui-ci a été rédigé sous la forme de deux articles. Qui plus est, l'approbation des coauteurs a été obtenue pour chacun des articles se trouvant dans ce mémoire.

## Remerciements

Je veux prendre quelques lignes pour remercier les personnes sans qui la réalisation de ce mémoire n'aurait pas été possible.

Tout d'abord, j'aimerais remercier Pierre-Majorique Léger qui a su me convaincre il y a un an de rejoindre son équipe au Tech3Lab. Je n'aurais jamais hésité au départ si je savais toute l'expérience enrichissante que j'allais acquérir! Merci de croire dans mes capacités et de m'avoir poussé à me dépasser. Je suis sûr que ce que j'ai appris au lab me suivra tout au long de mon parcours professionnel.

J'aimerais aussi remercier Sylvain Sénécal qui était toujours à l'écoute lorsque j'avais des inquiétudes et qui m'a fourni des commentaires qui m'ont aidé à emmener mes textes à un niveau de qualité supérieure.

J'aimerai particulièrement remercier Élise Labonté-Lemoyne qui m'a grandement appris à devenir un meilleur chercheur. Merci pour ta patience et le temps que tu as investi à m'apprendre des concepts théoriques qui m'étaient complètement étrangers. Je ne croyais pas que la neuroscience était aussi intéressante!

J'aimerai remercier toute l'équipe du Tech3Lab dont David, Beverly et Mailys qui m'ont aidé dans la réalisation du projet de recherche et la collecte de mes données.

Je remercie mes amis de la M.Sc. et du B.A.A. qui m'ont démontré un support constant et qui ont rendu les cours un peu plus intéressants. Merci à Marc-Antoine, Théophile, Alex Dionne et Mahdi. Merci énormément Félix pour ton support et tes conseils!

Je veux remercier ma famille qui a cru en moi et qui m'a fait confiance dans mes choix tout au long de mon parcours académique. Votre support est indescriptible.

Enfin, merci Mélissa de m'avoir supporté à travers ces années et de toujours avoir été là pour moi.



## Introduction

L'univers du divertissement est fortement alimenté par les nouvelles technologies et tant l'industrie du jeu vidéo que l'industrie du cinéma tentent d'utiliser ces technologies pour faire vivre de nouvelles émotions aux utilisateurs. Plus précisément, la tendance semble miser sur l'utilisation d'outils qui ont pour but d'amener un individu en état d'immersion dans une expérience (Jackman, 2015). Que ce soit avec l'aide de la réalité virtuelle ou par l'emploi de technologies multi-sensorielles, il est possible de produire un état d'immersion dans une expérience en utilisant une technologie qui prend le dessus des sens d'un utilisateur (Ermi et Mayra, 2005). Les technologies ont donc la capacité à livrer une nouvelle forme d'expériences immersives grâce à des expériences média multi-sensorielles (Gallosio et al. 2016). Le fait d'activer plusieurs sens augmente la perception de la qualité, pertinence et la réalité d'une expérience multimédia (Gallosio et al. 2016). Ce que nous tentons de comprendre est l'effet que produit une expérience multi-sensorielle immersive sur les différents processus cognitifs et physiologiques d'un individu. Nous avons donc voulu tester une technologie multi-sensorielle très populaire que l'on retrouve dans les cinémas et qui a pour but d'augmenter l'expérience du spectateur. L'objectif de ce mémoire est donc de quantifier l'effet d'une expérience multi-sensorielle immersive et de mesurer son effet sur les réactions conscientes et inconscientes des individus.

Nous observons une tendance croissante d'utilisation des technologies multi-sensorielles et augmentées dans plusieurs domaines en TI. Principalement en jeux vidéo, des compagnies comme Oculus et HTC se concentrent sur l'élaboration de produits qui permettent aux joueurs de vivre une expérience augmentée (Davis, 2016). De plus en plus de compagnies émergent avec des propositions de produits multisensoriels pour accompagner l'expérience d'un utilisateur. Dans une campagne de marketing visant à promouvoir un nouveau jeu, Ubisoft a développé le produit Nosulus Rift. Un produit fonctionnel, mais non disponible pour achat, qui a pour but de rehausser l'expérience d'un joueur en activant son sens de l'odorat (Ogilvie, 2016). ARAIG, une compagnie canadienne, est en processus de socio-financement pour leur permettre de créer des habits

qui offrent une stimulation haptique au joueur en fonction de ses actions dans le jeu vidéo (O'Mara et Hartley, 2013).

Dans l'industrie du cinéma, les réalisateurs tentent depuis des décennies de produire des expériences cinématographiques augmentées en activant plus de sens grâce aux technologies (Kaye, 2004). La démocratisation de plusieurs technologies tel le 3D et le cinéma digital ont poussés plusieurs chercheurs à étudier le contexte cinématographique du point de vue du contenant et son impact sur la livraison du contenu aux spectateurs (ex. Culkin and Randle, 2003; Dettmer, 2003; Howarth, 2011). L'aspect multi-sensoriel a été traité dans le but d'améliorer l'expérience cinéma et de garder l'expérience unique et difficile de reproduire à la maison (Kaye, 2004). Nous voyons aussi l'émergence du 4D que l'industrie définit comme une expérience cinématographique qui ajoute des effets physiques à l'expérience traditionnelle (Jackman 2015).

Dans ce mémoire, l'aspect multi-sensoriel est caractérisé par une expérience cinématographique augmentée. Ceci est possible grâce à un fauteuil vibro-cinétique qui fait ressentir les mouvements au spectateur de façon synchronisée avec le stimulus audiovisuel. Plus précisément, il s'agit d'un fauteuil inclinable D-BOX, muni de 3 actuateurs permettant au siège de bouger sur 3 axes (X, Y, Z) et par ce fait, de produire des mouvements et des vibrations. L'expérience multi-sensorielle a été le sujet de plusieurs études dans le contexte cinématographique (Kaye, 2004). Walzl et al. (2010) ont étudié l'effet d'un appareil de vibration qui est porté sur le poignet et qui vibre avec les séquences du film. Qui plus est, les mesures psychophysiologiques ont déjà été utilisées dans le but de mesurer l'expérience cinématographique des spectateurs (Rothwell, 2006). Cependant, à notre connaissance, aucun chercheur ne semble s'être intéressé à l'analyse des réactions psychophysiologiques des spectateurs dans un contexte cinématographique augmenté d'un siège vibro-cinétique. Il semble pertinent d'évaluer le sujet puisque présentement, les salles de cinéma implantent ces sièges sans savoir ce qu'ils font vivre aux spectateurs durant le visionnement d'un film. Malgré la possibilité de passer des questionnaires après la séance de cinéma, il ne leur est pas possible de comprendre ce qu'un spectateur ressent pendant la séquence de film. Qui plus est, la compagnie fabriquant ces sièges n'a pas de données implicites, telles les réactions



psychophysiologiques d'un spectateur (Ortiz de Guinea et al., 2013), sur l'effet que leur siège produit. Cette information serait très utile afin de mieux comprendre les avantages d'une expérience vibro-cinétique.

## **1.1 Les concepts mobilisés dans cette étude**

### ***Placement de produits***

Nous avons décidé d'utiliser les placements de produits dans les films afin de tester l'effet de l'artefact TI sur la mémorisation. Selon Gupta et Gould (1997), le placement de produit est l'incorporation de marques dans les films en retour d'argent ou pour une considération promotionnelle. La compagnie Immersion Corp. s'est intéressée à l'effet des fonctionnalités haptiques d'un téléphone intelligent sur l'expérience de visionnement d'une publicité (Business wire, 2017). Les résultats de cette recherche incluent le fait que les fonctionnalités haptiques stimulent le sens du toucher chez le participant et cela augmente la préférence envers le produit présenté de 50% (Business wire, 2017). Sabherwal et al. (1994) stipulent que les placements combinant les stimuli verbaux et visuels augmentent la capacité de rappel comparativement à l'exposition uni-sensorielle. Malgré les études sur l'effet multi-sensoriel de la reconnaissance de marques, nous considérons qu'il y a un manque dans la littérature en ce qui concerne l'effet d'une expérience vibro-cinétique sur la capacité de reconnaissance de placements de produits en contexte cinématographique. Nous considérons important de comprendre l'effet de l'expérience vibro-cinétique sur la mémorisation d'un spectateur, car du point de vue de l'expérience utilisateur, celui-ci interagit avec l'expérience à travers le temps (Alben, 1996). En effet, la séance de cinéma vibro-cinétique peut produire un effet anticipé en plus de laisser des souvenirs (Alben, 1996; ISO 9241-210:2010). Il y a donc raison de se questionner sur l'effet de cette expérience sur la mémorisation. En bref, il est important de définir si le siège vibro-cinétique nuit ou aide à la mémorisation, car c'est une partie intégrante de l'expérience utilisateur et peut affecter le souvenir de l'expérience et même l'efficacité des placements de produits dans les films.

### ***Mémorisation***

La mémorisation est séparée en trois étapes (Matlin and Farmer, 2016). Premièrement, lors du processus d'encodage, un individu perçoit un stimulus. Le processus de stockage

est la prochaine étape dans laquelle l'individu entrepose cette information. Finalement, l'individu récupère cette information afin de l'utiliser grâce au processus de décodage. Le processus de décodage est lui-même séparé en deux concepts soit la reconnaissance et le rappel. La reconnaissance est définie comme étant l'association d'un stimulus particulier à un autre stimulus déjà rencontré de façon à comparer l'information que l'on dispose dans sa mémoire (Ratcliff, 1978). La reconnaissance est opérationnalisée en présentant, dans un premier temps, les films qui contiennent des placements de produits aux participants. Par la suite, les logos de ces produits sont présentés et le participant doit dire s'il a vu le produit ou non. En lui présentant une deuxième fois le stimulus visuel, le participant fait une comparaison avec ce qu'il a déjà encodé dans sa mémoire. Nous allons utiliser des mesures neurophysiologiques pour évaluer l'aspect inconscient de la mémorisation.

Le rappel n'implique pas de processus de comparaison, ce qui signifie que le stimulus n'est pas présenté au participant à la suite du visionnement (Lehu et Bressoud, 2009). Celui-ci est amené à se rappeler des produits qu'il a vu dans le film de façon non assistée. Cette méthode a déjà été utilisée pour étudier la capacité de rappel chez des participants en contexte cinématographique (Austin, 1986; Lehu et Bressoud, 2009). Nous allons utiliser des données psychométriques (questionnaires) pour évaluer l'aspect conscient de la mémorisation.

### ***Mémorisation multi-sensorielle***

Nyberg et al. (2000), ont étudié l'effet de l'encodage d'un stimulus multi-sensoriel. Ils ont d'abord présenté un stimulus audio-visuel qui demande l'encodage des deux aires du cerveau. Ils ont par la suite démontré que lorsque le stimulus est présenté une deuxième fois, mais sous une forme uni-sensorielle, le cerveau active les deux régions stimulées lors de l'encodage (auditive et visuelle) pour effectuer le décodage. En bref, si lors de la présentation d'un stimulus, il y a un encodage multi-sensoriel, le décodage se fera aussi de manière multi-sensorielle même si le stimulus est présenté de façon uni-sensorielle. Le processus de mémorisation est donc un effet cognitif qui bénéficie d'un encodage multi-sensoriel. De fait, Murray et al. (2004) indiquent que d'un point de vue cognitif, les expériences multi-sensorielles augmentent la capacité à mémoriser de l'information. Il y

a donc raison de tester l'effet d'une technologie multi-sensorielle comme celle d'un siège vibro-cinétique sur la capacité de mémorisation. C'est pourquoi nous voulons explorer l'approche de Nyberg et al. (2000) en intégrant l'aspect de l'encodage tactile produit par la technologie vibro-cinétique.

### ***Potentiel évoqué***

Nous voulons évaluer l'effet cognitif de l'expérience multi-sensorielle sur la capacité de mémorisation des placements de produits. Une façon d'arriver à cet objectif est d'utiliser la méthode du potentiel évoqué. Le potentiel évoqué P3, appelé P300 par plusieurs auteurs, est un indice cognitif permettant d'évaluer la mémoire de reconnaissance (Luck et Kappenman, 2011). Le P3 est évalué selon l'amplitude et la latence sur les électrodes médianes Fz, Cz et Pz (Luck et Kappenman, 2011). L'amplitude permet de définir une opération attentionnelle qui module l'encodage du stimulus pour le stockage dans la mémoire (Luck et Kappenman, 2011). En d'autres mots, cette méthode permet de définir si un participant a effectivement encodé un stimulus particulier dans sa mémoire. Nous pouvons déterminer ce processus cognitif de reconnaissance en mesurant son activité électroencéphalographique lors de la présentation du stimulus après la visualisation du film.

Cette méthode est davantage utilisée avec des tâches de reconnaissance plutôt que de rappel (Luck et Kappenman, 2011) et c'est pour cette raison que nous utilisons le P3 pour évaluer l'effet de l'expérience multi-sensorielle sur la capacité de reconnaissance. Nous voulons donc étudier l'effet du siège D-BOX sur la capacité d'un spectateur à reconnaître les produits qui ont été placés dans les films. Ceci a pour but de tester l'effet d'une expérience multi-sensorielle produite par un artéfact TI sur la mémoire d'un spectateur.

## **1.2 Questions de recherche**

Le premier article a pour but de faire un premier pas vers la compréhension de l'effet que produit cette technologie sur l'expérience d'un spectateur. Étant donné le manque dans la littérature au niveau des effets inconscients d'une technologie vibro-cinétique, nous avons voulu, dans un premier temps, vérifier si cette technologie augmente l'expérience utilisateur. C'est pour cette raison que la première question de recherche à laquelle tente

de répondre le premier article est la suivante: *Quel est l'effet du siège vibro-cinétique de D-BOX sur l'expérience vécue du spectateur en termes de réactions psychophysiologiques?*

Après avoir mieux compris l'effet de cette technologie sur l'expérience en général, nous voulons tester si l'immersion produite par le siège vibro-cinétique distrait l'attention du film. C'est pour cette raison que le deuxième article tente de comprendre les effets de cette technologie sur la capacité de mémorisation du spectateur. Nous utilisons les placements de produits pour tester cette dimension afin de préserver la validité écologique de l'expérimentation, c'est-à-dire de garder l'expérience la plus authentique possible. De plus, afin de comparer l'effet conscient et inconscient de la mémorisation, nous utilisons la méthode d'analyse du potentiel évoqué (ERP) (Luck et Kappenman, 2011). Par ce biais, le deuxième article tente de répondre à la question suivante: *Dans quelle mesure l'expérience vibro-cinétique influence la capacité consciente et inconsciente de reconnaissance de stimuli de l'expérience ?*

### **1.3 Objectifs de l'étude et contributions potentielles**

L'objectif de ce mémoire est de tester l'effet vibro-cinétique d'une expérience utilisateur multi-sensorielle sur les réactions psychophysiologiques et sur la mémorisation. Produit par un stimulus haptique, un effet vibro-cinétique comporte deux volets, soit la vibration et le mouvement. La vibration est caractérisée par une oscillation et le mouvement est caractérisé par un déplacement sur trois dimensions.

Le contexte cinématographique sera utilisé pour mener une expérience afin de tester cet effet. Plus précisément, nous voulons savoir ce que ressent un participant lorsqu'il visualise un stimulus multimédia augmenté d'une technologie vibro-cinétique et comment cela se compare à une expérience de visualisation classique. Afin d'arriver à quantifier la différence entre les deux conditions, nous utilisons tant des mesures implicites qu'explicites (Ortiz de Guinea et al., 2013) afin de mesurer les aspects conscients et inconscients de ce phénomène. En ce qui a trait aux mesures implicites, des mesures électroencéphalographiques, électrodermales et micro-faciales sont utilisées afin de

collecter les données continues d'un participant en suivant les indications de Riedl et Léger (2016).

Les limites potentielles de cette étude sont le fait que le rappel des placements de produits est multi-factoriel (Lehu et Bressoud, 2009). Nous voulons tester l'effet psychophysique d'une expérience multi-sensorielle et nous voulons aussi administrer un questionnaire sur la perception du spectateur face aux placements de produits, mais des traits personnels et culturels font en sorte que certaines personnes remarquent plus les placements de produits dans les films que d'autres (Gupta et Gould, 1997). Par souci de gérer l'envergure de ce papier, ces aspects ne sont pas traités dans ce mémoire.

Dans un premier temps, les résultats de ce mémoire vont permettre de soutenir empiriquement ce qui différencie une expérience cinématographique multi-sensorielle d'une expérience classique au niveau psychophysique. De façon pratique, ces résultats pourront éclaircir le processus de décision des cinémas lorsqu'ils doivent décider d'équiper leurs salles de sièges vibro-cinétiques. Qui plus est, si la différence est quantifiable, ce serait une possibilité aux cinémas de justifier le coût additionnel d'un billet avec l'expérience du siège vibro-cinétique. De plus, autant les cinémas que les fabricants des sièges vibro-cinétiques auront des données empiriques sur l'effet que leur produit fait vivre aux spectateurs au niveau psychophysique. Au niveau de la recherche, les résultats de ce mémoire permettent de définir l'effet d'une expérience immersive d'un point de vue cognitif ce qui n'est pas existant dans la littérature à notre connaissance. De fait, les écrits sur l'immersion mesurent cet effet grâce à des outils psychométriques ou de l'oculométrie (Jennett et al., 2008), mais l'effet cognitif n'est pas étudié.

Dans un deuxième lieu, cette étude vise à déterminer l'impact d'une expérience multi-sensorielle sur la capacité d'un spectateur à reconnaître un stimulus visuel auquel il a été exposé. L'utilisation des placements de produits dans les films a été un choix naturel dans le contexte cinématographique. Les implications pratiques de ces résultats pourront permettre aux fabricants de sièges de cinéma à mouvements de comprendre si la mémoire des spectateurs peut être influencée par une expérience de cinéma multi-sensorielle. Au

niveau de la littérature, ces résultats pourront enrichir les écrits disponibles sur les placements de produits dans les films en ajoutant la composante de l'interaction de l'individu avec l'artefact TI et l'expérience multi-sensoriel que l'artefact produit.

## **1.4 Informations sur les articles**

Le premier article de ce mémoire a été présenté à la conférence scientifique Gmunden Retreat on NeuroIS 2017 en juin 2017. La phase de conception du design expérimental ainsi que les prétests ont été effectués à l'été 2016 par l'étudiant de ce mémoire sous une bourse de recherche de premier cycle (CRSNG). La collecte de données a été effectuée à l'automne 2016 et les résultats présentés dans le premier article ont été produits lors d'une première phase d'analyse dans le but de répondre à la première question de recherche. Le deuxième article de ce mémoire a été soumis à la revue *IEEE Transactions on Haptics* en août 2017. Ce qui est important à noter est que le même jeu de données a été utilisé pour produire les deux articles. Nous avons donc mené une étude en laboratoire et avons généré les données nécessaires à la rédaction des deux articles. Les résultats présentés dans le deuxième article ont été produits lors d'une deuxième phase d'analyse dans le but de répondre à la deuxième question de recherche.

### ***Résumé du premier article***

L'expérience cinématographique, du point de vue du spectateur, est perçue comme étant plus immersive lorsqu'elle est augmentée, que ce soit par la technologie 3D ou par des stimuli multisensoriels (Gallosi et al., 2016; Jackman, 2015; McMahan, 2003; Recuber, 2007; Visch et al, 2010). Dans cette étude, nous voulons investiguer l'effet d'un siège vibro-cinétique qui reproduit les mouvements ressentis par les personnages dans les films. Plus spécifiquement, nous posons l'hypothèse qu'une expérience cinématographique assistée d'un siège vibro-cinétique augmente l'expérience cinématographique d'un spectateur d'un point de vue psychophysiologique. Nous avons effectué 9 prétests internes pour préparer et peaufiner le déroulement de l'expérience. De plus, 43 participants ont été recrutés grâce au panel HEC et ont participé à une étude en laboratoire. Ils ont tous vécu l'expérience avec mouvement et sans mouvement et ont reçu une compensation de 40\$ en coupon coop HEC pour leur participation. Pour le premier article, 43 participants ont été retenus pour l'analyse après avoir exclu les participants pour qui les données

collectées contenaient trop de bruit ou d'artefacts ce qui a causé de la perte de données. La taille de l'échantillon est considérée comme suffisante en comparant avec des études en neurosciences et en se fiant aux résultats de Riedl et al. (2012) qui a trouvés une taille d'échantillon moyenne de 18 participants pour des études similaires. La méthodologie de l'expérience est détaillée dans l'article.

Afin de mesurer l'intensité émotionnelle, nous avons collecté l'activité électrodermale (Lang et al., 1993) grâce aux outils Biopac (Goleta, États-Unis). Ceux-ci sont extraits grâce au logiciel Acqnowledge 2.0 (Goleta, États-Unis) et sont ensuite représentés dans ce premier papier grâce à l'outil de visualisation SAP Lumira (Walldorf, Allemagne). Afin de mesurer la valence émotionnelle, nous avons enregistré le visage du participant pendant l'expérimentation grâce à une webcam et le logiciel MediaRecorder 2 (Wageningen, Pays-Bas). Nous avons analysé les émotions faciales avec le logiciel Facereader (Wageningen, Pays-Bas). Afin de mesurer les réactions cognitives, nous avons enregistré les données électroencéphalographiques (EEG) du participant en utilisant un casque à 32 électrodes. Le logiciel Brainvision (Morrisville, États-Unis) a été utilisé pour enregistrer les données EEG et les analyser. L'analyse statistique est effectuée avec SPSS (Chicago, États-Unis) et SAS (Cary, États-Unis)

Les résultats des analyses démontrent que les émotions négatives diminuent et les émotions positives augmentent lors de la condition avec mouvement. L'intensité émotionnelle, mesurée par l'activité électrodermale, augmente aussi lors de la condition avec mouvement. Finalement, la bande de fréquence électroencéphalographique bêta diminue, ce qui est associé à un état de relaxation. Les détails des tests statistiques se retrouvent dans l'article sous la section analyses et résultats.

### ***Résumé du deuxième article***

L'expérience multi-sensorielle produite par un stimulus haptique est étudiée par de nombreux auteurs dans des contextes d'utilisation différents (Jang et al., 2016; Obrist et al., 2016; Ochiai, 2016; Subramanian, 2016; Zhao et al., 2016). Que ce soit lors de l'utilisation d'un téléphone ou en contexte de réalité virtuelle, les chercheurs s'intéressent à augmenter l'expérience grâce à cette technologie.

Qui plus est, les expériences multi-sensorielles sont étudiées d'un point de vue de l'effet qu'elles produisent sur des processus cognitifs comme la mémorisation (Murray et al., 2004; Nyberg et al., 2000). Dans cette étude, nous voulons combiner les deux axes de recherche et investiguer l'effet d'un siège vibro-cinétique sur la mémorisation des spectateurs. 43 participants ont été recrutés grâce au panel HEC et ont participé à une étude en laboratoire. Ils ont tous vécu l'expérience avec mouvement et sans mouvement et ont reçu une compensation de 40\$ en coupon coop HEC pour leur participation. Qui plus est, ils ont tous vu des séquences de films qui présentaient des placements de produits. À la fin des séquences, ils ont tous complétés une tâche de reconnaissance de stimulus visuel afin de déterminer si le siège avait un effet sur leur capacité de reconnaître des stimuli visuels qui ont été présentés dans les films sous forme de placement de produits. 28 participants ont été retenus pour l'analyse de données suite à l'exclusion des participants pour qui les données collectées étaient trop bruitées donc non-utilisables. La taille de cet échantillon est considérée suffisante en se fiant aux recherches de Riedl et al. (2012). La méthodologie de l'expérience est détaillée dans l'article.

Afin de tester l'effet de mémorisation d'un point de vue cognitif, nous avons enregistré les données électroencéphalographiques des participants en utilisant un casque à 32 électrodes. Le logiciel Brainvision (Morrisville, États-Unis) a été utilisé pour enregistrer les données et les exporter. Une analyse du potentiel évoqué est employée pour tester l'effet du mouvement sur la composante P3 (Luck et Kappenman, 2011). Afin de tester l'effet de mémorisation d'un point de vue explicite, nous avons analysé les résultats des participants lors de la tâche avec le logiciel E-Prime (Sharpsburg, États-Unis). L'analyse statistique est effectuée avec SPSS (Chicago, États-Unis) et SAS (Cary, États-Unis)

Afin de mieux comprendre mon apport aux deux articles, le tableau ci-dessous présente les étapes du processus de recherche et ma contribution pour chacune d'elles. J'inclus le pourcentage du travail que j'ai effectué à chacune de ces étapes.



**Tableau 1 – Contributions et responsabilités dans la rédaction des articles**

Étape du processus	Contribution
Définition des requis du partenaire	<p>Traduire les besoins du partenaire en questions de recherche scientifique – 60%</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Définir les questions de recherche dans les articles</li> <li>• Le reste de l'équipe a contribué à cette étape en recueillant les besoins d'affaires du partenaire et en arrivant à un consensus sur les objectifs de recherche</li> </ul>
Revue de la littérature	<p>Communiquer directement avec le partenaire pour déterminer l'opérationnalisation des stimuli et construits – 50%</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Choix des stimuli pour l'ensemble des tâches</li> <li>• Recommander les outils de mesures à utiliser afin de respecter la validité écologique</li> <li>• Le reste de l'équipe de recherche a aussi été en contact direct avec les partenaires afin de déterminer les mesures qui allaient être collectées et les stimuli utilisés</li> </ul> <p>Effectuer la revue de littérature pour déterminer les construits testés dans le domaine cinématographique et multi-sensoriel – 100%</p> <p>Définir les outils de mesure utilisés pour tester les construits – 80%</p>
Conception du design expérimental	<p>Élaborer la demande au CER et des demandes de changement au dossier – 50%</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Documenter tout changement dans le design expérimental et le reporter au CER</li> <li>• Le reste de l'équipe a contribué à développer les formulaires de consentement et de compensation</li> </ul> <p>Concevoir le protocole d'expérimentation – 100%</p> <p>Mener des cycles de prétest afin de peaufiner le design expérimental : Outils de mesure utilisés, enchaînement des tâches, choix des stimuli – 100%</p> <p>Mettre en place la salle de collecte – 100%</p> <p>Mettre en place un système de contrôle à distance pour le maintien de la validité écologique – 100%</p>

Recrutement	<p>Élaborer le questionnaire de recrutement – 100%</p> <p>Recrutement des participants : Solliciter, contacter, céduer la participation – 100%</p> <p>Responsable des compensations – 100%</p> <p>Concevoir le cartable d'expérience pour le suivi des participants – 100%</p>
Prétests et collecte	<p>Chargé des opérations lors des collectes – 100%</p> <p>Support technique et aide aux assistantes pour tout problème avec la salle de collecte – 100%</p>
Extraction et transformation des données	<p>Extraction et mise en forme des données physiologiques, psychométriques, cognitives et émotionnelles pour permettre l'analyse statistique – 100%</p> <p>Extraction et transformation des marqueurs du photosenseur afin d'assurer la synchronisation des outils de mesure – 100%</p>
Analyse des données	<p>Un coaching en analyse et traitement de données électroencéphalographiques (EEG) m'a permis d'effectuer les analyses de manière autonome.</p> <p>Analyse des données (EEG) – 100%</p> <p>Un coaching en analyse statistique et l'accès à des logiciels statistiques m'a permis d'apprendre à effectuer quelques-unes de mes analyses.</p> <p>Analyses statistiques – 30%</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Statistiques descriptives, analyses des résultats explicites</li> <li>• Les autres auteurs ont effectué des tests statistiques plus complexes avec SAS</li> </ul>
Rédaction	<p>Contribution dans l'écriture des articles – 100%</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Les autres auteurs m'ont donné des commentaires qui m'ont permis de peaufiner les articles</li> </ul>

## **1.5 Structure du mémoire**

Le contexte littéraire a été abordé dans le premier chapitre, la méthodologie de la revue de la littérature se retrouve en Annexe (Voir Annexe 1) et la revue de littérature propre à chaque article se retrouve dans les chapitres des articles. Le prochain chapitre présentera le premier article soumis à la conférence Gmunden Retreat on NeuroIS 2017 qui vise à répondre à la question de l'effet du siège vibro-cinétique sur l'expérience d'un spectateur en contexte de cinéma. Le chapitre 3 présentera le deuxième article qui traite de l'effet de l'expérience multi-sensorielle sur la mémoire à court terme en analysant l'effet du potentiel évoqué des spectateurs. Le chapitre 4 reviendra sur les questions de recherche ainsi que les résultats obtenus dans ces deux articles. De plus, ce dernier chapitre reviendra sur les contributions à la recherche et à la pratique et conclura sur les limites et les recherches futures.



## Chapitre 2: Premier Article

### The Psychophysiological Effect of a Vibro-Kinetic Movie Experience: The Case of the D-BOX Movie Seat

Horea Pauna<sup>1</sup>, Pierre-Majorique Léger<sup>1</sup>, Sylvain Sénécal<sup>1</sup>, Marc Fredette<sup>1</sup>, François Courtemanche<sup>1</sup>, Shang-Lin Chen<sup>1</sup>, Élise Labonté-Lemoyne<sup>1</sup> and Jean-François Ménard<sup>2</sup>

<sup>1</sup> HEC Montréal, Montréal, Canada

{horea.pauna,pml,sylvain.senecal,marc.fredette,francois.courtemanche,shang-lin.chen,elise.labonte-lemoyne}@hec.ca

<sup>2</sup> D-BOX Technologies inc., Longueuil, Canada  
jfménard@d-box.com

#### Abstract

Watching a film in a movie theatre can be an immersive experience, but to what extent does the experience differ when the moviegoer is using a vibro-kinetic seat, i.e., a seat providing motion and vibration feedback synchronized with the movie scenes? This paper seeks to measure the effect of a multi-sensory cinema experience from a psychophysiological standpoint. Using electroencephalography, galvanic skin response, heart rate, and facial micro-expression measures, this study compares the difference between two movie viewing experiences, i.e. one without movement and one with artistically enhanced vibro-kinetic feedback. Results of a within-subject experiment suggest that there are significant differences in psychophysiological states of users. Users exhibit more positive emotions, greater arousal, and more cognitive immersion in the vibro-kinetic condition. Therefore, multi-sensory stimulation, in the context of cinema, appears to produce an enhanced experience for spectators.

**Keywords:** Multi-sensory cinema · Vibro-kinetic · Multi-sensory · Moviegoer experience · Immersion · Psychophysiological · Movie.

## **1 Introduction**

In order to maintain their market share, movie theatres have to invest in their customers' moviegoing experience. Technologies such as IMAX, 3D and Dolby Atmos are key ingredients in enhancing this experience by making it more immersive. More recently, vibro-kinetic movie seats have been used to provide moviegoers with an even more immersive experience. These seats are equipped with specialized hardware and software that store, manage, and transmit motion codes to the movie seat; these motion codes are synchronized with the movie scenes. For instance, the seat could generate a trembling motion during an earthquake movie scene or the feeling of weightlessness during a zero gravity movie scene. There have been several studies on the effect of many technologies on immersion and the general cinematic experience (Gallosio et al., 2016; Jackman, 2015; McMahan, 2003; Recuber, 2007; Visch et al., 2010). However, to our knowledge, no research has yet investigated the effect of whole-body vibro-kinetic or motion feedback technologies from the standpoint of the moviegoer's psychophysiological reactions. Many of these immersive technologies aim to provide an enhanced multi-sensory experience to the moviegoer (Gallosio et al., 2016). However, the lack of data-driven research fails to utilize implicit measures of the user experience (Riedl and Léger, 2016) to assess multi-sensorial reactions. We suggest that this is a major gap since movie theatres invest large sums in these technologies without having a clear understanding of their effect on an ecologically valid experience. Do these technologies really have an effect on the moviegoer's movie experience?

In order to answer this question, this study investigates the extent to which the experience differs when a moviegoer uses a vibro-kinetic movie seat rather than a traditional non-moving seat. Results of our within-subject experiment suggests significant differences between a traditional and a vibro-kinetic movie experience in terms of the viewer's emotional and cognitive reactions.

## **2 Prior Research**

Since the 1950's, filmmakers have been experimenting with different techniques to bridge the gap between the spectator's reality and the reality of the movie to thereby increase

immersion (Kaye, 2004; Recuber, 2007). Immersion has been described by Carù and Cova (2006) as the capacity of an individual to eliminate the distance between the self and the experience. This concept is specified by Recuber (2007) as being dependent on spatial features that enhance the absorbing efforts of a camera's perspective.

Multi-sensorial experiences are considered a driver in delivering a new form of cinematic immersion and have the potential to enhance the spectator's overall experience (Gallosio et al., 2016). Thus, the movie industry has been trying to enhance immersion on the basis of multi-sensorial experiences (Gallosio et al., 2016). The addition of so called "dimensions" (Jackman, 2015) aims to trigger more than just the auditory and visual senses to produce an enhanced experience. The cinema industry has experienced with aromatic output as an additional "dimension", meant to trigger the olfactory senses and to increase viewer immersion (Gallosio et al., 2016; Kaye, 2004; Walzl et al., 2010). One of the most popular examples of added dimensions is stereoscopic imagery (3D), increasing the realism of a two-dimensional screen by adding depth and spatial immersion (Jackman, 2015).

We also find the addition of cinema seats mimicking the movement of the projected movie (Jackman, 2015). However, the addition of realistic tactile sensations to enhance the movie watching experience has been sparsely researched. For instance, Walzl et al. (2010) tested the effects of wind, vibrations emitted by a "wrist rumbler", and light effects on self-reported sequence quality rating. They found that multi-sensory experiences were rated higher by participants. Thus, there is a research interest and development potential as to the effect of multi-sensory technology on the movie viewer's actual emotional and cognitive reactions.

### **3 Experimental Design and Sample**

An experiment was conducted with 43 participants (22 males, 21 females). Participants were screened for neuropsychological diagnostics and other physical conditions such as the need to wear glasses to watch a movie. The study was approved by the University's ethics board.

We performed a 3x2 within-subject experimental design. The first manipulated factor was the movie. The first 8 minutes and 26 seconds of *The Martian* (2015), the first 11 minutes and 43 seconds of *Skyfall* (2012) and 5 minutes and 41 seconds of a Formula 1 racing scene from the movie *Rush* (2013) were used. These sequences were chosen for the following reasons: 1) they are action-oriented, 2) they are self-contained stories (with a beginning and an end), and 3) they are short enough to accommodate the research design (less than 15 minutes).

The second manipulated factor was the movement (experiencing no movement during the sequence or having a vibro-kinetic experience). To manipulate this factor, a D-BOX (Longueuil, Canada) motion-enabled recliner chair was used. This particular seat is artistically enhanced as its movements are manually designed by specialized movement artists. The D-BOX seat has a vibro-kinetic spectrum ranging from 0 to 100 Hz and was calibrated to synchronize the motion with the audio signal within 10 ms at the fixed viewing distance. Given the available time, participants were randomly assigned to view only two of the three movies. One sequence had the D-BOX seat activated and the other had it disabled (no movement condition). All participants viewed both sequences seated on the same D-BOX seat and the movie/movement pairs were randomized.

#### **4 Measures**

Three types of psychophysiological variables were used to assess the participants' emotional and cognitive reactions: emotional valence, arousal, and cognitive states. Methodologies and guidelines have been presented by Riedl and Léger (2016) to measure activity in the central nervous system and the peripheral nervous system in the context of Information Systems. We have used their recommendations concerning tools used to measure both nervous systems.

The participants' arousal level during movie sequences was measured using electrodermal activity (EDA) which is associated with the intensity of an emotion (Lang et al., 1993). Though EDA has been widely used as an indicator of arousal (Abadi et al., 2013; Bos et al., 2013; Fleureau et al., 2013; Lang et al., 1993; Rothwell et al., 2006), it cannot, on its own, determine if the activation is positive or negative when presented with audio-visual



stimulus intended to trigger both spectrums of valence (Bos et al., 2013; Fleureau et al., 2013; Rothwell et al., 2006). Emotional valence differentiates positive and negative emotions and can be detected using facial micro-expressions (Abadi et al., 2013). The participant's facial expressions were therefore recorded during the experience. Finally, cognitive data was collected using electroencephalography (EEG). The EEG signal was recorded using 32 electrodes with a sampling rate of 1,000 Hz and analyzed with EEGlab (San Diego, USA) and Brainvision (Morrisville, USA). It was filtered with IIR filters with a low cut-off at 1 Hz and a high cut-off at 40 Hz, then cleaned using continuous ASR in Matlab (Natick, USA) and re-referenced to the common average reference. EEG frequency activity was extracted for three bands for the sum of the Cz, Pz, P3 and P4 electrodes: alpha (8-13 Hz), beta (13-22 Hz), and theta (4-8 Hz). This method has been used by Pope et al. (1995) to calculate engagement by dividing beta by the sum of alpha and theta. Data was synchronized using techniques previously described in (Léger et al., 2014b; Charland et al., 2015).

Building on this method and previous research (Léger et al., 2014a; Ortiz de Guinea et al., 2013), we have extracted the dimensions of the engagement index and have used Baars et al. (2012) classification for interpreting results. Alpha rhythms are associated with quieted states, beta rhythms with focused, active states, while theta rhythms are associated with quiet focus states such as meditation (Baars et al., 2012).

For each type of variable, the following features were calculated: mean, 10th and 90th percentiles as presented in Table 2. Since these measures are recorded continuously, a representative scalar value for each measure is needed to describe the subject's psychophysiological state in each movie period. To integrate and analyze multiple psychophysiological data for a subject in a given condition, the mean per movie per subject was used. The 10th and 90th percentiles were also considered for the following reasons: during a movie, the seat can be either moving or still. If a measure tends to have higher values while the seat is moving, then its 90th percentile may catch the effect of movement better than mean does. In the opposite case, if a measure tends to have lower values in conditions with seat movements, then its 10th percentile may be more sensitive to the movement.

**Table 2 – Operationalization of the variables**

<b>Types of Measure</b>	<b>Instruments</b>	<b>Variables</b>	<b>Features</b>
<b>Emotional states</b>	Recorded with MediaRecorder 2 (Wageningen, Netherlands)  Analyzed with: Facereader (Wageningen, Netherlands)	valence, neutral, happy, sad, angry, surprised, scared, disgusted	P10: 10 <sup>th</sup> percentile for a subject in a given condition
<b>Emotional arousal</b>	Biopac (Goleta, USA)	Normalized eda	P90: 90 <sup>th</sup> percentile for a subject in a given condition
<b>Cognitive states</b>	Brainvision (Morrisville, USA)	Alpha, beta, theta	Mean: Mean of value for a subject in a given condition

## **5 Analysis and Results**

T-tests were performed using a mixed linear approach for analyzing the continuous dependent variables which naturally contained repeated measures for each participant. Due to space constraints, we shall only report significant results. Results suggest that the D-BOX vibro-kinetic seat experience magnifies the movie experience. First, normalized electrodermal activity is significantly higher with the D-BOX seat activated on all three variations of the measure (10th and 90th percentiles and mean). Mean value for eda\_mean with D-BOX activated is 8.61 versus 7.57 for the control condition (p-value is 0.01). Mean value for eda\_p90 with D-BOX activated is 10.06 versus 9.00 for the control condition (p-value is 0.01). Mean value for eda\_p10 with D-BOX activated is 5.30 versus 4.61 for the control condition (p-value is 0.02). Figure 1 graphically illustrates the physiological difference between the conditions. To produce this figure, each raw EDA signal point is converted into its z-score.

We then calculated the mean of all participants' z-score for a given time and applied a 5 second moving average window as to take into account the delayed physiological response to a certain stimulus. The 5 second moving average takes into account 2.5

seconds before the stimulus and 2.5 seconds after the stimulus. The sequence of points represent EDA variations through time. Major dramatic events are highlighted on both graphs. We see that the effect is especially important for Rush and The Martian, where the movie events produce significant movement.

Second, the results show that the subjects appear to experience more positive emotions. With the movement activated, the spectator's positive facial emotions (happy mean) are significantly amplified. Mean value for happy\_mean with D-BOX activated is 0.06 versus 0.03 for the control condition (p-value is 0.09). Negative facial emotions (angry and scared, 10th percentile) are significantly less present. Mean value for angry\_p10 with D-BOX activated is 0.003 versus 0.01 for the control condition (p-value is 0.03). Mean value for scared\_p10 with D-BOX activated is 1.21E-06 versus 4.85E-06 for the control condition (p-value is 0.05).

Finally, preliminary EEG results show a more relaxed cognitive state in the vibro-kinetic condition. Specifically, the moving condition generates less beta activity. It appears that the moving condition triggers less cognitive activity, which would be compatible with a more immersive cinematic experience. Mean value for beta\_p90 with D-BOX activated is 6.34 versus 6.70 for the control condition (p-value is 0.07).

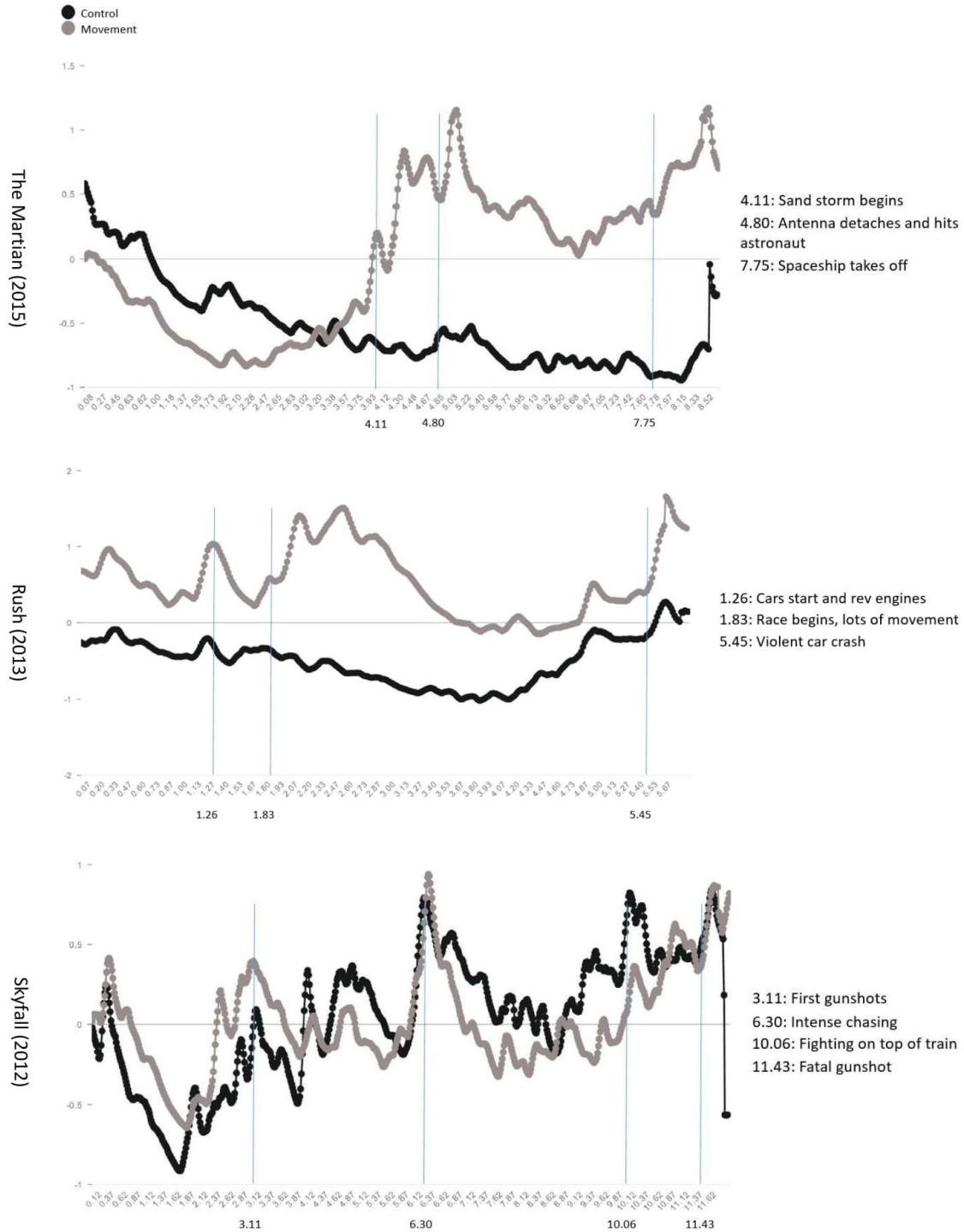
## **6 Concluding Comments**

A theoretical contribution is made by filling the literature gap on the effects of a vibro-kinetic cinema seat on a spectator's psychophysiological response. The motion-enabled recliner chair produces an enhanced cinema experience by rendering an artistically designed vibro-kinetic stimulation in sync with the movie's events.

We have demonstrated that there is a clear difference between a traditional cinema viewing experience and one with this movement enhancing seat. The results thus show that motion-enabled seats produce a heightened experience for spectators. Additional research will be conducted to better interpret EEG data. Further research will also be conducted to determine if specific movements on an XYZ axis produce a certain psychophysiological response when in sync with a movie scene. This would allow the

targeting of specific emotional responses which a filmmaker could choose to enhance using a vibro-kinetic movement seat.

**Figure 1 - EDA over time for all three movies and important events minutes**



## References

- Abadi, Mojtaba Khomami, Jacopo Staiano, Alessandro Cappelletti, Massimo Zancanaro, and Nicu Sebe (2013). «Multimodal engagement classification for affective cinema», *2013 Humaine Association Conference on Affective Computing and Intelligent Interaction (ACII)*, p. 411-416.
- Baars, Bernard J. and Nicole M. Gage (2013). *Fundamentals of cognitive neuroscience: a beginner's guide*, Academic Press.
- Bos, Marieke GN, Pia Jentgens, Tom Beckers and Merel Kindt (2013). «Psychophysiological response patterns to affective film stimuli», *PloS one*, vol. 8, no. 4: e62661.
- Carù, Antonella and Bernard Cova (2006). «How to facilitate immersion in a consumption experience: appropriation operations and service elements», *Journal of Consumer Behaviour*, vol. 5, no. 1, p. 4-14.
- Charland, Patrick, Pierre-Majorique Léger, Sylvain Sénécal, François Courtemanche, Julien Mercier, Yannick Skelling et al. (2015). «Assessing the multiple dimensions of engagement to characterize learning: A neurophysiological perspective», *JoVE (Journal of Visualized Experiments)*, vol. 101: e52627-e52627.
- Fleureau, Julien, Philippe Guillotel and Izabela Orlac. (2013). «Affective benchmarking of movies based on the physiological responses of a real audience», *2013 Humaine Association Conference on Affective Computing and Intelligent Interaction (ACII)*, p. 73-78.
- Galoso, Iris., Juan F. Palacios, Claudio Feijoo and Asuncion Santamaria (2016). « On the influence of individual characteristics and personality traits on the user experience with multi-sensorial media: an experimental insight», *Multimedia Tools and Applications*, vol. 1, no. 44.
- Jackman, Anna Hamilton (2015). «3-D cinema: immersive media technology», *GeoJournal*, vol. 80, no. 6, p. 853-866.
- Kaye, Joseph Jofish (2004). «Making Scents: aromatic output for HCI», *Interactions*, vol. 11, no. 1, p. 48-61.
- Lang, Peter J., Mark K. Greenwald, Margaret M. Bradley and Alfons O. Hamm (1993). «Looking at pictures: Affective, facial, visceral, and behavioral reactions», *Psychophysiology* 30, no. 3, p. 261-273.
- Léger, Pierre-Majorique, Fred D. Davis, Timothy Paul Cronan and Julien Perret. (2014b). «Neurophysiological correlates of cognitive absorption in an enactive training context», *Computers in Human Behavior*, vol. 34, p. 273-283.
- Léger, Pierre-Majorique, Sylvain Sénécal, François Courtemanche, Ana Ortiz de Guinea, Ryad Titah, Marc Fredette et al. (2014a). «Precision is in the eye of the beholder:

Application of eye fixation-related potentials to information systems research», *Journal of the Association for Information Systems*, vol. 15, no. 10, p. 651.

McMahan, Alison (2003). «Immersion, Engagement and Presence», *The Video Game Theory Reader*, vol. 67, p. 86.

Ortiz de Guinea, Ana, Ryad Titah and Pierre-Majorique Léger (2013). «Measure for Measure: A two study multi-trait multi-method investigation of construct validity in IS research», *Computers in Human Behavior*, vol. 29, no. 3, p. 833-844.

Pope, Alan T., Edward H. Bogart and Debbie S. Bartolome (1995). «Biocybernetic system evaluates indices of operator engagement in automated task», *Biological psychology*, vol. 40, no. 1, p. 187-195.

Recuber, Tim (2007). «Immersion Cinema: The Rationalization and Reenchantment of Cinematic Space», *Space and Culture*, vol. 10, no. 3, p. 315-330.

Riedl, René and Pierre-Majorique Léger (2016). *Fundamentals of NeuroIS*, Berlin, Springer.

Rothwell, Sandra, Bart Lehane, Ching Hau Chan, Alan F. Smeaton, Noel E. O'Connor, Gareth J.F. Jones *et al.* (2006). «The CDVplex Biometric Cinema: Sensing physiological responses to emotional stimuli in film», *The 4th International Conference on Pervasive Computing 2006*.

Visch, Valentijn T., Ed S. Tan and Dylan Molenaar (2010). «The emotional and cognitive effect of immersion in film viewing», *Cognition and Emotion*, vol. 24, no. 8, p. 1439-1445.

Waltl, Markus, Christian Timmerer and Hermann Hellwagner (2010). «Improving the Quality of multimedia Experience through sensory effects», *2010 Second International Workshop on Quality of Multimedia Experience (QoMEX)*. IEEE.

## Chapitre 3: Deuxième Article

### The Effects of a Vibro-Kinetic Multi-Sensory Movie Experience on Implicit and Explicit Stimuli Recognition

Horea Pauna<sup>1</sup>, Pierre-Majorique Léger<sup>1</sup>, Sylvain Sénécal<sup>1</sup>, Marc Fredette<sup>1</sup>, Élise Labonté-Lemoyne<sup>1</sup>, François Courtemanche<sup>1</sup>, Renaud Legoux<sup>1</sup>, and Jean-François Ménard<sup>2</sup>

<sup>1</sup> HEC Montréal, Montréal, Canada

{horea.pauna,pml,ss,marc.fredette,francois.courtemanche,elise.labonte-lemoyne, renaud.legoux}@hec.ca

<sup>2</sup> D-BOX Technologies inc., Longueuil, Canada  
jfménard@d-box.com

#### Abstract

Over the past few decades, cinemas have been using diverse and immersive technologies to enhance the moviegoer's experience. One of these technologies is a vibro-kinetic motion seat, which provides high fidelity haptic feedback synchronized with the movie scenes. This paper seeks to investigate the effect of this technology on movie stimuli memorization. Using electroencephalography to measure implicit memorization and a stimulus recognition task to measure explicit memorization, we studied the difference between an artistically enhanced vibro-kinetic feedback cinema experience and a traditional audio-visual cinematic experience. Results of a within-subject experiment suggest that there is no difference between these two conditions for explicit memorization. However, for implicit memorization, the vibro-kinetic experience produces increased frontal amplitude on the P3 component of the event-related potential, while the classical audio-visual cinematic experience produces increased parietal amplitude on the P3 component of the event-related potential. This suggests that the vibro-kinetic experience has an implicit effect on a spectator's memorization which is in line with prior research as it points to the creation of a stronger associative network leading to more complete memories.

**Keywords:** Haptic · Electroencephalography · Event-Related Potential · EEG Memory · Multisensory Memory · Vibro-Kinetic · Recognition Memory · Product Placement · Cinema

# 1 Introduction

Movie theatres have been trying to enrich the cinematic experience for the past few decades as a method of retaining or acquiring customers (Kaye, 2004; Recuber, 2007). Using technologies such as 3D or vibration to enhance perceived realism of movies, these multi-sensory experiences have shown to increase the overall experience and produce emotions related to a state of immersion (Galloso et al., 2016). This perceived realism, produced by mimetic engineering, is applicable in the context of a movie experience where a spectator is seated in a vibro-kinetic movie seat (Jackman, 2015), i.e., a seat using movement and vibration to enhance the user experience. This relatively new technology manages a specific type of media channel called motion code, which produces motions and vibrations synchronized with the movie scenes. Specifically, the D-BOX seat produces a unique high fidelity haptic feedback that can generate, for example, the feeling of a strong impact during a car crash movie scene or a feeling of weightlessness during a scene with reduced gravity. This seat actively produces feedback to reinforce the audiovisual input from the movie with a tactile stimulation. In other words, the haptic feedback produced by the seat aims to materialize the perceived movement and impact from the movie scenes into real experienced movement.

While the vibro-tactile technology enhances the overall cinema experience from an emotional and physiological point of view (Walzl et al., 2010), the effect on a spectator's cognition has not been investigated. To our knowledge, no scientific research has investigated how an enhanced multi-sensory cinematic experience affects a spectator's stimuli memorization. For instance, does the vibro-kinetic seat enhance memorization or does it immerse the participant and reduce his ability to memorize specific stimuli, such as product brands? The pertinence of these questions stems from the fact that movies and the entire movie-going experience are increasingly packed with various multi-sensory stimuli (Galloso et al., 2016).

One of these stimuli are product placements, which play an important role in many movies (Chang et al., 2009). It is described as the incorporation of brands in movies in exchange of monetary compensation or promotional consideration (Gupta and Gould, 1997). Research on product placement has been around for several decades with researchers



evaluating brand recognition from both implicit and explicit points of view (Brennan et al., 1999; Chang et al., 2009; Cholinski, 2012; D’Astous and Chartier, 2012; Gupta and Lord, 1998; Homer, 2009). In this study, we use both implicit (unconscious and automatic response, measured with electroencephalography) and explicit (self-reported response measured with a recognition task) responses to product placements in movies to answer the following research question: *Does the vibro-kinetic cinematic experience influence the spectator’s conscious and unconscious stimulus recognition, more specifically brand recognition?* Based on the literature on multimodal memory encoding (Mahrer and Miles, 2002; Nyberg et al., 2000), we expect that vibro-kinetic experience will lead to an increase performance in brand recognition.

## **2 Previous Literature**

### ***2.1 Effect of Movement and Tactile Perception***

Haptics is usually defined as shaking and pulsating sensations, which are traditionally produced by handheld devices and used to confirm to a user that his actions have an actual impact (Zhao et al., 2016). In fact, recent research in haptics focuses on the effect of vibro-tactile stimuli (Auvray et al., 2011; Jang et al., 2016; Mori et al., 2013; Zhang et al., 2016). The vibro-tactile stimulus is operationalized through oscillation-inducing components attached primarily to the hands (Spitzer and Blankenburg, 2011). The D-BOX vibro-kinetic technology can be described as the interaction between vibration and movement to produce a type of haptic stimulus that is sparsely researched to our knowledge, as literature on haptics tends to focus on the vibration part of the tactile stimulus. What differentiates this seat from more traditional haptics is its use of a broad spectrum of high fidelity haptic feedback to enhance the spectator's experience.

The growing importance of vibro-tactile or vibro-kinetic technologies, in a field such as human-computer interaction and cybernetics, has sparked an interest in the haptic effects produced by technologies to enhance user experience. More specifically, haptic feedback technology has seen an increase in its range of applicable situations such as augmented/virtual reality, video games, and education (Jang et al., 2016; Obrist et al., 2016; Ochiai et al., 2016; Subramanian et al., 2016; Yannier et al., 2015; Zhao et al., 2016).

An example of recent research in haptics is Jang et al. (2016) who designed an artefact, which makes use of the complete surface of a smartphone to produce haptic stimulation. Traditionally, only the screen of a phone produces this type of feedback, whereas these researchers developed a system that allows haptic feedback on both the sides and the back of the phone in order to enhance the different use case scenarios, which haptic allows when interacting with a phone. Interestingly, haptic technologies are not limited to smartphones. For instance, Subramanian et al. (2016) and Zhao et al. (2016) studied stereo technologies, which produce a whole-body haptic experience without the need for physical contact. These growing number of new endeavours aim at enhancing experiences and increasing immersion in the context of virtual or augmented reality (Ochiai et al., 2016) or in multi-sensory experiences (Obrist et al., 2016) with the use of haptics.

Jackman (2015) states that technologies, which mimic what a person sees and feels such as haptics enhanced experiences, produce increased immersion in the experience. The reason for this is that the participant is more immersed because of reduced haptic dissonance (Jackman 2015). This means that there is less difference between what the spectator sees and feels and this reduced physical distance has been explained as a factor for greater immersion, specifically in the context of cinema (Carù and Cova, 2006; Recuber, 2007; Visch et al., 2010). However, to our knowledge, current empirical research focuses on using explicit measures of the user experience to assess multi-sensorial cognitive reactions. While this type of data is widely used and is proved efficient when validated, it is difficult to understand what the participant is genuinely experiencing during the actual technology usage (Ortiz de Guinea et al., 2013). In addition, implicit measures help assess subconscious processes which, when combined with explicit measures, help enrich our interpretation of data (Ortiz de Guinea et al., 2013).

## ***2.2 Product Placements***

With a history of over five decades (Brennan et al., 1999), product placements have become an organic part of popular visual media such as movies or TV shows (Chang et al., 2009). Multiple articles have studied the different effects and presentation modalities of product placements in movies. Presentation modalities such as exposure time (Brennan et al., 1999), plot connection (Chang et al., 2009; Cholinski, 2012), product type

(D'Astous and Chartier, 2012), repetition (Homer, 2009) and product placement mode (Gupta and Lord, 1998) have significant results on brand recognition and attitude. With literature being available on the different effects of stimulus presentation on product placement memorization, we considered it ideal to utilize this type of visual stimulus to test memorization. Additionally, product placements in movies have been studied from the viewpoint of multi-sensorial encoding (Cholinski, 2012; Gupta and Lord, 1998) and from an implicit versus explicit standpoint (Topolinski et al., 2014).

Topolinski et al. (2014) also studied the effect of an additional sensory stimulation during memory encoding of a product placement stimuli. They noted that participants that were eating popcorn or chewing gum while watching a movie containing product placements had lower performance in brand memorization than participants with no oral interference. Moreover, this result has been confirmed on both conscious (explicit) and subconscious (implicit measured by skin conductance) levels (Topolinski et al., 2014).

### ***2.3 Multi-Sensory Stimuli and Memorization***

Memorization is separated into three steps (Matlin and Farmer, 2016). The encoding process where an individual perceives a stimulus. The storage process, where the person archives that information, comes next. Finally, during the decoding process the individual retrieves that information for use. The decoding process itself is divided into two core concepts.

The first concept is recognition and is defined as being the association of a particular stimulus with another stimulus, which has been previously encountered. The goal of recognition is to compare the information presented with the information which is already encoded in our memory (Ratcliff, 1978). The second concept is recall. Recall does not include the comparison aspect found in recognition, meaning that the stimulus is not presented a second time (Lehu and Bressoud, 2009). Recall is operationalized by presenting a stimulus to a participant and later asking that participant to simply remember what he has seen (Austin, 1986; Lehu and Bressoud, 2009).

### ***2.4 Research Hypotheses***

Past research points to multi-sensory experiences having both an implicit and explicit effect on memorization (Mahrer and Miles, 2002; Murray et al., 2004; Nyberg et al., 2000;

Sabherwal et al., 1994). Murray et al. (2004) have demonstrated the effect of multi-sensory stimuli on memorization and concluded that a multi-sensory experience increases a participant's capacity to memorize information from an explicit point of view. Nyberg et al. (2000) offer an explanation to this explicit result by testing the effect of encoding a multi-sensorial stimulus using positron-emission tomography. They first presented an audio-visual stimulus which activated encoding processes in both visual and auditory cortices. When they presented the stimulus a second time but under a uni-sensory form, they noted that both visual and auditory cortices stimulated during encoding, were both being active during decoding. They demonstrated that multi-sensory encoding leads to multi-sensorial decoding in a recognition task even if the recognition task is uni-sensory. These results point to the fact that the mental process of memorization uses information created by multiple senses to activate the decoding process and increase explicit recognition. In order to initially test the conscious effect of the vibro-kinetic stimulus, we first focus on the explicit effect and formulate the following hypothesis: compared to a traditional non-movement experience, a vibro-kinetic experience produced by a D-BOX movement enhancing seat leads to greater explicit recognition of product placement in movies **(H1)**.

The creation of an associative memory network similar to the findings of Nyberg et al. (2000) occurs in four conditions. Either the stimuli occur simultaneously, occur one right after the other, are similar or are opposite (Kohonen, 2012). In the study by Nyberg et al. (2000), the audio and visual stimuli occurred simultaneously, which allowed the creation of an associative network. Associative networks allow for greater storage and retrieval of independent stimuli as memory processes make use of the context in which the memory has been created (Kohonen, 2012). The context of a memory is created during the encoding of information in specialized cortical areas and the integration of that information by the hippocampus (Frankland and Bontempi, 2005) which lead to the creation of more complete or contextual memories. Memories created with an associative network are encoded for long-term use, as this type of storage is dependent on the creation of a distributed cortical network (Frankland and Bontempi, 2005). This type of complete memory process has been found to increase frontal activity (Smith and Squire, 2009) while parietal activation occurs during less complex retrieval of stimuli (Guerin and

Miller, 2009). Based on the literature and the fact that the vibro-kinetic stimulus and the audio-visual stimulus occur simultaneously, there is reason to hypothesize that the vibro-kinetic condition will have an effect on implicit memorization. We therefore hypothesize that compared to a traditional non-movement experience, the D-BOX vibro-kinetic experience leads to greater frontal activity (**H2**). Based on the findings of Nyberg et al. (2000) on multi-sensory memory and on the results of Smith and Squire (2009) on frontal amplitude and complete memories, we also hypothesize that increased frontal cognitive activity positively relates to explicit recognition of product placement in movies (**H3**).

In a traditional movie experience, there is no added haptic stimulus, meaning that the encoding of a brand logo is usually visual (Cholinski, 2012). As this method of encoding only activates one sensory modality, decoding during a recognition task increases parietal activity, which is associated with the retrieval of binary or simple memories (Guerin and Miller, 2009). This increased parietal activity is positively correlated with explicit recognition performance in traditional ERP studies (Polich et al., 1991). As the vibro-kinetic experience activates multiple senses, we hypothesise the following: Compared to a traditional non-movement experience, the D-BOX vibro-kinetic experience leads to lesser parietal cognitive activity (**H4**). Based on traditional ERP studies (Polich et al., 1991) we expect that an increase in parietal cognitive activity positively relates to explicit recognition of product placement in movies (**H5**).

### **3 Method**

The main objective of this paper is to test the difference between two viewing conditions, either a traditional movie-going experience or a vibro-kinetic experience. To test our hypothesis, a within-subject experiment was conducted with 43 participants who were subjected to a cinematic experience. Participants received a gift-card compensation of \$40. The experiment was approved by the Ethics Board of our institution. The data of 28 participants (67.9% male and 32.1% female, aged 18-40, mean 27.4, StdDev 7.09) was useable for the final analysis after excluding participants whose collected data contained artefacts or noise, as experimental circumstances sometimes caused loss of data.

### **3.1 Research Participants**

Participants were recruited through the university's research recruitment panel and through social media. Participation was voluntary and participants were screened for the following conditions: skin sensitivity, cardiac pacemaker, laser-corrected vision, astigmatism, epilepsy, neurological diagnostics or any other health related diagnostics. We also screened participants according to their movie genre preferences, accepting individuals who ranked action/adventure movies in their top three favorite genres.

### **3.2 Experimental Design**

We performed a within-subject experiment in which two factors were manipulated: Movie sequence (3) and movement (2). The first manipulated factor was the movie sequence. The first 8 minutes and 26 seconds of *The Martian* (2015), the first 11 minutes and 43 seconds of *Skyfall* (2012) and 5 minutes and 41 seconds of a Formula 1 racing scene from the movie *Rush* (2013) were used as visual stimuli. The distinctive feature of those chosen scenes was that they are self-contained stories, they are action-oriented, and they are short enough to accommodate the research design. The objective of having self-contained stories is to generate the immersive story effect of a feature-length film in a matter of minutes. The choice of action-oriented clips was made to explore the broad motion spectrum of the vibro-kinetic seat which was not possible with slower paced genres. Moreover, all three scenes included multiple product placements.

The second manipulated factor was the haptic feedback produced by a D-BOX (Longueuil, Canada) motion-enabled recliner chair (experiencing no movement during the sequence or having a vibro-kinetic experience). This enhanced seat has its movements manually designed by specialized movement artists. The seat had a vibro-kinetic spectrum ranging from 0 to 100 Hz and was calibrated to synchronize the motion with the audio signal within 10 ms at the fixed viewing distance. The haptic feedback generated by this artefact is unique should not be trivially compared to more traditional haptic devices as it produces a patented full-body synchronized experience. When using the terms vibro-kinetic feedback or movement condition, we specifically refer to the feedback produced by the D-BOX movement-enhancing seat. Participants faced a 55-inch flat-screen TV that

was placed at a 70-inch distance. The room was also enabled with a 5.1 home cinema surround sound system for increased ecological validity.

Each participant only saw two of the three movie sequences in order for the experiment to last no longer than two hours. All participants viewed both sequences seated on the same seat even when the seat was not activated (*control* condition). Participants were instructed to watch the movie as they would in a real-life cinema setting. Participants were randomly assigned to two of the three movie sequences and to the movement conditions. For example, a participant viewed the sequence from *The Martian* (2015) in the control condition and the *Rush* (2013) sequence in the vibro-kinetic experience condition.

### **3.3 Procedure**

At the end of each movie sequence, a keyboard and a computer screen were placed in front of the participants and presented a brand recognition task using E-Prime (Sharpsburg, USA). The participants had to press the keyboard's F key if they had seen the presented brand logo during the previously presented movie sequences. They had to press the keyboard's J key if they had not seen the presented brand logo.

Fifty brand logos were presented in random order, with each brand logo appearing only once. Logos that had not been shown in the movie sequences ("unseen") and logos that were shown in the sequences ("seen") were presented in an oddball-paradigm (80%-20%) (Bernat et al., 2001). We chose five of the most obvious and recognizable logos per movie sequence to make up the 20% portion of the stimuli. The "unseen" logos belong to the same product categories as the "seen" logos. For example, for the Audi logo presented in *Skyfall* (2012), we included four other car logos in the 80% portion. Between each logo, a fixation point was presented for the duration of 1000 ms. A pretest was conducted with nine participants to test the experimental design, to define the final sequences used, and to estimate the time it took for a participant to complete all tasks.

### **3.4 Apparatus**

We recorded cognitive activity using electroencephalography (EEG) during the entire duration of the sequences and during the brand logo recognition task. The EEG signal was recorded using 32 electrodes with an acquisition sampling rate of 1,000 Hz and analyzed with EEGLAB (San Diego, USA) and Brainvision (Morrisville, USA). Sampling rate was

downsampled to 256 Hz before an IIR filter was applied with a low cut-off at 1 Hz and a high cut-off at 40 Hz. The data was then cleaned using continuous ASR [41] in EEGLab (Natick, USA). Raw data inspection was performed to remove artefacts that had a gradient of 30  $\mu\text{V}/\text{ms}$ , difference of 75  $\mu\text{V}$ , an amplitude not in the scale of -70  $\mu\text{V}$  to 70  $\mu\text{V}$  and activity lower than 0.5  $\mu\text{V}$ . A probabilistic independent component analysis (ICA) algorithm was then applied to remove artefacts like eye-blinks and heartbeat. Finally, we re-referenced to the common average reference, and a baseline correction was applied with the timeframe of 150 ms before the stimulus presentation. The data was then segmented according to stimulus conditions. We extracted the time window of 400-600 ms. This time window was chosen based on a visual inspection of the grand average results on the Pz electrode waveform (Clayson et al., 2013; Clayson and Larson, 2013). A photosensor attached to the screen was used to confirm the precision of the stimulus presentation. Participants' answers were recorded with the E-Prime software during the recognition task.

### **3.5 Measures**

To quantify the differences between *non-movement (control)* and *movement* conditions, we test both implicit and explicit components of memorization (Ortiz de Guinea et al., 2013) so as to measure both conscious and unconscious aspects of recognition. The use of both implicit and explicit measurements reduces bias due to mono-method errors (Ortiz de Guinea et al., 2013). Explicit measures are collected through self-reported tools such as questionnaires, but can produce artefacts and inaccurate responses when used alone (Ortiz de Guinea et al., 2013). Implicit measures are collected using signal capture tools, which measure the conscious or unconscious reactions produced by the human body (Ortiz de Guinea et al., 2013).

Explicit brand placement memorization was measured by calculating accuracy during the recognition task. Accuracy is operationalized as the binary response the participant gave when he was asked whether he had seen the logo in the presented sequences. The performance score is calculated based on the average of correct answers given by the participant. There are two possible correct answers. Either the logo is actually presented in the movie and the participant correctly responds that he has seen the stimulus, or the



logo is not presented in the movie and the participant correctly responds that he has not seen the stimulus.

Implicit brand placement memorization was measured by assessing the cognitive reaction during the recognition task using EEG data collection. One way of evaluating the effect of an experience on memory from a cognitive point of view is to use the event related potential (ERP) or evoked potential technique (Luck and Kappenman, 2011). The P3 component of this method, also called P300 by multiple authors, is a cognitive index that allows us to evaluate recognition memory (Luck and Kappenman, 2011). It can be evaluated using the area amplitude measure on median electrodes (Fz, Cz and Pz) from cognitive data collected with electroencephalography (Luck and Kappenman, 2011). The electrodes used in the results section are the three midline electrodes proposed by Luck and Kappenman (2011). The area amplitude measure allows the definition of an attentional operation that modulates the encoding of a stimulus for its storage in the memory (Luck and Kappenman, 2011). In other words, this method allows us to determine if a participant has in fact encoded a particular stimulus in his memory. We use the P3 component to test implicit brand recognition by measuring the area under each curve produced by individual stimuli. The area under the curve is called the area amplitude measure, which we group, by condition.

## **4 Results**

### ***4.1 Testing Explicit Recognition Performance***

An initial series of statistical analyses were performed on the explicit data collected during the brand recognition task. The data that is output from this task is a participant's average accuracy in determining if a logo was present in a movie sequence or not. Hypothesis 1 posited that the multi-sensory vibro-kinetic experience increases conscious recognition of product placement stimuli in movies.

**Table 3 - Recognition Score for Each Film and Movement**

Descriptive Statistics				
Film	Movement	N	Mean	Std. Deviation
Martian	No	180	0.82	0.383
	Yes	180	0.84	0.369
Skyfall	No	200	0.87	0.343
	Yes	300	0.78	0.413
Rush	No	275	0.78	0.414
	Yes	175	0.82	0.383

Results in Table 3 show the mean accuracy score for the recognition test grouped by condition. T-tests were performed using logistic regression with random effects for analyzing the binary dependent variables, which naturally contained repeated measures for each participant. This test was performed with SAS’ PROC GLIMMIX procedure.

The movement condition variables are binary because the participant could view the brand logo either in the sequence that had the vibro-kinetic seat activated or in the condition where it was not activated. The Movement variable represents whether the participant viewed the stimulus in the vibro-kinetic condition or in the control condition.

**Table 4 - Recognition Task Accuracy by Movement Condition**

Solutions for Fixed Effects						
Effect	Movement	Estimate	Std. Err.	DF	tValue	pr >  t
Intercept		0.81	0.02	27	42.57	<.0001
Movement	No	0.01	0.02	1281	0.37	0.71
Movement	Yes	0	.	.	.	.

For the no movement condition N = 655, Mean = 0.82, Std. Error = 0.015 and Std. Dev. = 0.386. For the movement condition N = 655, Mean = 0.81, Std. Error = 0.015 and Std. Dev. = 0.393

Results shown in Table 4 indicate that the vibro-kinetic movement condition has no significant effect on explicit recognition accuracy. In other words, Hypothesis 1 is not

supported, as the multi-sensory vibro-kinetic experience does not affect explicit recognition of product placement stimuli in movies.

#### ***4.2 Testing Implicit Recognition Performance***

The participant’s cognitive reaction to each individual brand stimulus in the recognition task was collected and analyzed. There was a neurophysiological reaction to each stimulus, meaning that each logo presented creates a curve through time. The objective was to test the difference between area amplitudes of each condition to determine if the vibro-kinetic movement condition produced a larger area than the no movement (control) condition. A larger area amplitude is associated with a higher activation of memory resources, meaning that a participant implicitly recognizes that he has already seen a certain stimulus (Luck and Kappenman, 2011).

Each stimulus segment between 400-600ms was divided into 51 data points and each data point was associated with a voltage value. To calculate the area amplitude, we used a Riemann sum of all 51 points of time meaning that at each data point we multiplied the voltage value with the difference between two data points. We then performed the sum of all rectangles to produce the area amplitude. We used this procedure to test Hypothesis 2, which suggests that the multi-sensory vibro-kinetic experience increases cognitive resources on Fz allowing for a more complete memory encoding of product placement stimuli in movies.

**Table 5 - Implicit Descriptive Statistics**

<b>Movement</b>	<b>Exposure</b>	<b>Variable</b>	<b>N</b>	<b>Area Amplitude</b>	<b>Std. Dev.</b>	<b>Min</b>	<b>Max</b>
<b>No</b>	<b>Unseen</b>	<b>AreaFz</b>	242	-3.10	106.09	-361.20	271.25
<b>No</b>	<b>Unseen</b>	<b>AreaPz</b>	487	5.66	87.02	-436.06	384.39
<b>No</b>	<b>Seen</b>	<b>AreaFz</b>	61	-13.39	131.31	-512.50	326.03
<b>No</b>	<b>Seen</b>	<b>AreaPz</b>	125	27.64	87.91	-178.21	415.16
<b>Yes</b>	<b>Unseen</b>	<b>AreaFz</b>	219	-14.51	88.14	-380.07	316.00
<b>Yes</b>	<b>Unseen</b>	<b>AreaPz</b>	440	3.44	88.30	-388.66	426.60
<b>Yes</b>	<b>Seen</b>	<b>AreaFz</b>	56	5.84	98.41	-296.13	436.29
<b>Yes</b>	<b>Seen</b>	<b>AreaPz</b>	112	9.10	83.16	-220.10	401.85

In Table 5, the “Exposure” variable represents the logo presented in the E-Prime task: if the variable is “Unseen”, the logo is not shown in the presented sequences, but if its value is “Seen”, then it has been shown in the presented movie sequences.

We tested the difference between the area amplitude when the brand logo is actually in the movie and the area amplitude when the brand logo is not present in the movie.

**Table 6 - Implicit Area Amplitude Difference of Memory Activation for Fz**

Solutions for Fixed Effects Fz Electrode							
Effect	Mean	N	Estimate	Std. Err.	DF	tValue	pr >  t
Intercept	9.97	112	10.04	6.45	27	1.56	0.07
Movement 0	-7.76	122	-17.94	10.48	27	-1.71	0.05
Movement 1			0	.	.	.	.

This allows us to identify the electrode on which the movement condition actually produced a significant difference between “seen” and “unseen” logos.

Given the fact that the experimental design of 20-80 distribution gave us less segments when the Exposure variable is equal to ‘’Seen’’, we subtracted the area amplitude for an individual participant for all logos which were seen in the movies by the average of all participants’ area amplitudes for all logos which were not seen in the movies.

T-tests were performed using a mixed linear approach for analyzing the continuous dependent variables, which naturally contained repeated measures for each participant. The tests were done in SAS, with the MIXED procedure.

**Table 7 - Implicit Area Amplitude Difference of Memory Activation for Pz**

Solutions for Fixed Effects Pz Electrode							
Effect	Mean	N	Estimate	Std. Err.	DF	tValue	pr >  t
Intercept	4.57	112	4.48	7.97	27	0.56	0.29
Movement 0	23.46	122	18.44	9.83	27	1.88	0.04
Movement 1			0	.	.	.	.

As illustrated in Table 6, the difference in area between having previously seen the logo and not having seen the logo in the movie sequences is significantly higher in the movement condition for the Fz electrode (Mean<sub>Control</sub>=-7.76, Mean<sub>Movement</sub>=9.97, p=0.05). In Table 7, we note that in the no movement condition, the area amplitude is significantly higher on the Pz electrode (Mean<sub>Control</sub>=23.46, Mean<sub>Movement</sub>=4.57, p=0.04). These differences are visually represented in Figure 2.

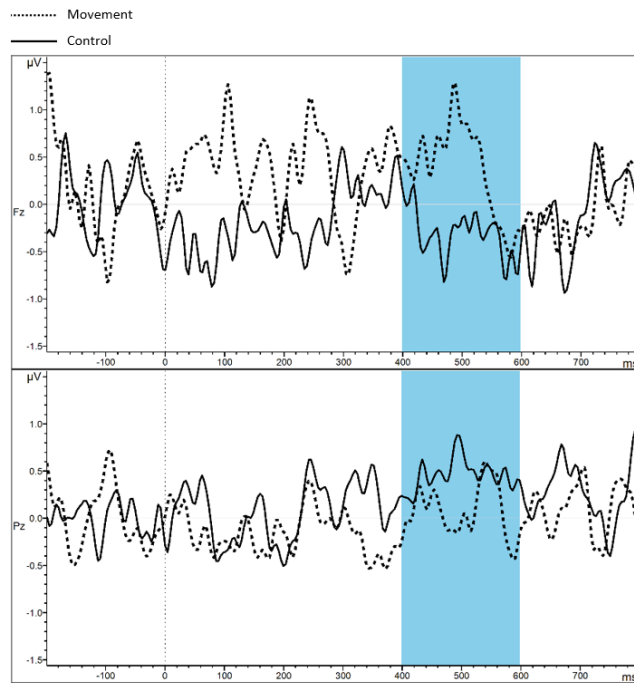


Figure 2. Average ERP amplitude for each segment across all subjects. Difference between seen and not seen stimuli during recognition task.

We notice that in the area of interest (400ms-600ms) on Fz the movement condition is higher than the no movement condition. On Pz, the no movement condition is higher than the movement condition. The difference between having seen the logo and not having seen the logo in the movie sequences was significantly higher in the movement condition for the Fz electrode.

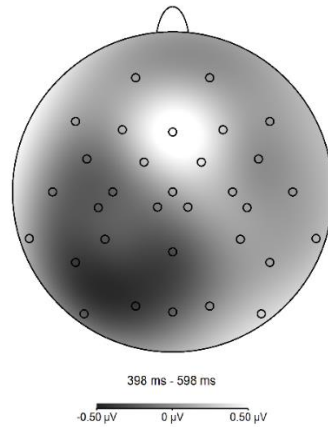


Figure 3. Topography difference between control and movement (400-600ms).

The topographic contrast (Figure 3) shows that the added movement generates higher recognition memory activation on the Fz electrode if the participant has seen the logo in the movie. However, the contrast shows reduced activity on the Pz electrode in the movement condition.

These results help support Hypothesis 2 as the multi-sensory vibro-kinetic experience increases P3 frontal area amplitude. Hypothesis 4 was also supported, as an increase in Pz area amplitude was noted in the control condition. This supports the effect on implicit recognition of product placement stimuli in movies as it produces increased frontal activity, which is associated with the creation of a stronger associative network of memories.

As posited in Hypothesis 4 and Hypothesis 5, we tested the effect of the Fz and Pz area amplitude on explicit recognition. All the following tests were performed in SAS using linear regression with random effects for each subject in order to account for repeated measures.

We used the same formula as earlier for analyzing electrode area amplitude, meaning that we subtracted the area under the curve for an individual participant for all logos that were seen in the movies by the average of all participants' area under the curve for all logos that were not seen in the movies. We first tested the effect of having an area amplitude with a value that was higher than 0 as this meant that a specific participant had a higher cognitive response when seeing a brand logo which was previously presented than when

seeing a brand logo for the first time in the experiment. We noted that for both conditions, participants who had an Fz area amplitude which was higher than 0 had a higher probability of answering correctly in the recognition task. Hypothesis 3 is therefore supported as results point to an increase in explicit recognition when Fz area amplitude is higher than average (Table 8).

**Table 8 - Effect of Fz Area Amplitude on Explicit Recognition**

Solutions for Fixed Effects Fz Electrode					
Effect	Estimate	Std. Err.	DF	tValue	pr >  t
Intercept	-0.69	0.18	27	-3.81	0.001
Fz	0.80	0.33	205	2.39	0.02

As shown in Table 9, we noted that as Pz increased in the control condition, the probability of answering correctly in the recognition task increased.

**Table 9 - Effect of Pz Area Amplitude on Explicit Recognition**

Solutions for Fixed Effects Pz Electrode					
Effect	Estimate	Std. Err.	DF	tValue	pr >  t
Intercept	-0.87	0.24	27	-3.59	0.001
Pz	0.01	0.003	203	1.96	0.03

These results support Hypothesis 5 as they point to a positive linear correlation between Pz area amplitude and explicit recognition in the control condition, meaning that as Pz area amplitude increases for a participant, his probability of correctly recognizing a product placement increases.

All of the implicit results point to the fact that vibro-kinetic multi-sensory recognition does not activate the same areas of the brain as uni-sensory recognition, pointing to an unconscious reaction to the D-BOX vibro-kinetic experience. Moreover, while Hypothesis 1 did not confirm a direct effect of the vibro-kinetic condition on explicit recognition. These results did show that the vibro-kinetic condition indirectly affects

explicit recognition by producing an increase in Fz area amplitude during the recognition test.

## **5 Discussion**

From an explicit point of view (H1), the D-BOX vibro-kinetic condition does not seem to affect the brand recognition, as the results do not point to any significant difference between conditions. From an implicit point of view (H2-H5), we analyzed the difference in P3 area amplitude between logos present in the movies and logos not present in the movie sequences. Results suggest that the D-BOX vibro-kinetic condition creates a contrast in distribution of cognitive resources across the scalp by producing increased frontal (Fz) activity and reduced parietal (Pz) activity at the time of recognition. These results point to the fact that the D-BOX vibro-kinetic movie chair has neither a direct positive nor a direct negative effect on explicit memorization. Participants explicitly recognize brand placements in the movement condition to the same extent as in the control condition. The vibro-kinetic condition, however, has an unconscious effect on memory. In fact, increased frontal activity seems to point to a retrieval process, which is different from a simple old versus new differentiation. Old versus new differentiation is operationalized by a recognition test in which the participant must differentiate between stimuli which he has previously seen and stimuli which he has not previously seen [38]. Contrary to this differentiation, the vibro-kinetic condition enables brand logo stimuli to be encoded with a stronger associative pattern. As our results demonstrate, the increased Fz amplitude produced during the vibro-kinetic condition has a positive effect on explicit recognition. These results are a first step in understanding the explicit and implicit effects of a multi-sensory cinematic experience on a spectator's cognitive responses, such as memorization.

This paper makes two primary theoretical contributions and one main practical contribution. First, it contributes to a better understanding of the effect of vibro-tactile technology on the user's implicit and explicit cognitive reactions. Second, it extends prior brand placement research by investigating the effect of an enhanced cinematic experience on product placement memorization. It, furthermore, offers a practical contribution by providing insights on the effect of vibro-kinetic technology to industry stakeholders.



### ***5.1 Theoretical Contributions***

The first contribution is made when comparing existing literature in neuropsychology as our results differ from classical ERP studies (Polich et al., 1991). The authors note that the usual distribution of amplitude across midline electrodes show P3 amplitude increasing from the frontal to parietal electrodes. Ohara et al. (2006) have also noticed this pattern when comparing visual-tactile cross-modal working memory and noted that implicit memory recognition produces higher amplitudes in parietal. Our results support the normal distribution of amplitude in the *control* condition but point to the opposite in the *movement* condition. In the *control* condition, P3 mean amplitude difference between seeing and not seeing the logo on Fz is equal to -7.76, Cz is 5.13 and Pz is 23.46, which is consistent with the suggested increase from frontal to parietal. However, in the *movement* condition, P3 area amplitude difference between seen and not seen on Fz is equal to 9.97, Cz is 7.67 and Pz is 4.57, which indicates a decrease from frontal to parietal. These results demonstrate that the vibro-kinetic condition produces increased frontal activity, which is distinct from parietal activation in memory recognition tasks.

A possible explanation for this is found in fMRI literature with Smith and Squire (2009) proposing that frontal activation is associated with retrieval of more complete or older memories. This strategical search points to the creation of a stronger associative network that the participant has created when encoding the product placement in the vibro-kinetic condition. In the *no movement* condition, parietal activation can be associated with a less complex retrieval and a distinction between old and new stimuli (Guerin and Miller, 2009) meaning that the participant performs a sort of binary processing. These results could suggest that the vibro-kinetic condition enables the creation of stronger more complete memories.

The second contribution is made in the field of haptics by presenting results from an ERP analysis to demonstrate the effect of haptics on cognitive activity during a memorization task. EEG is a commonly used method to assess user satisfaction, attention, and other cognitive correlates. Park et al. (2015) have used continuous EEG and found a significant correlation between EEG power and perceived user satisfaction towards a haptic experience using frequency bands. Zhang et al. (2015) also used continuous EEG to assess the effect of haptic feedback on cognitive attention. Ballesteros et al. (2009) have used an

ERP analysis to understand texture processing and a few authors have used ERP analysis in the development of tactile brain computer interfaces (Herweg and Kubler, 2016; Mori et al., 2013). However, existing literature has yet to use ERP in the context of haptics to study the effects of vibro-kinetic haptic feedback on memorization. Our results combine the use of an ERP P3 analysis with the effects of a haptic experience to demonstrate increased frontal activity during a recognition task.

### ***5.2 Practical Implications***

The main practical contribution is made by evaluating a commercially available haptic inducing artefact. While existing literature in haptics uses a wide variety of EEG methods to assess different cognitive constructs, conducted experiments rarely use a commercially available artefact in an ecologically valid environment. Most research in haptics includes proprietary technology built in laboratories which are not available for mass market consumers (Ochiai et al., 2016; Park et al., 2015; Zhang et al., 2015). Our research adds to haptic literature by providing insight into an artefact that is actually available to consumers. To add to our knowledge, literature on haptics tends to focus on vibro-tactile stimuli (Auvray et al., 2011; Jang et al., 2016; Mori et al., 2013; Zhang et al., 2015) as no research seems to be available on the effects of a vibro-kinetic experience. More specifically, our results add to the existing body of knowledge on tactile working memory as a full-body effect, which encompasses vibration as well as movement.

Results shed light on the cognitive effects produced by the D-BOX vibro-kinetic cinematic experience as conscious and subconscious results point to different effects. This technological artefact has the capability of influencing implicit memorization, meaning that a spectator will subconsciously memorize a visual stimulus even if there is no conscious effect. Practical implications of these results include cognitive evidence that a multi-sensory cinematic experience has an effect on memorization. Vibro-kinetic system manufacturers can also leverage this information by developing movement integration of brands, so as to directly link movement with a particular brand shown on screen to affect implicit memorization.

### ***5.3 Limitations and Further Research***

One limitation was the fact that we did not take into account exposure time as this was not considered the core of the research scope. Moreover, prior perception regarding product placements (i.e., perceived sensitivity to product placement) was not possible to assess because participants were not explicitly told to memorize or spot product placements before seeing the sequences, so as to maintain ecological validity.

The recognition task was made right after exposition to the product placement. This temporal proximity may explain why the vibro-kinetic experience did not have a direct effect on explicit memorization. Given that the vibro-kinetic experience is probably associated with a stronger associative network, increased recognition, when compared to the no-movement condition, is more likely to occur after a longer delay.

Further research could be conducted to test the moderating effect of prior brand awareness, spectator culture, or movie-going experience as the experimental design did not segment demographic or personal factors. Other possible research avenues include conducting a similar experiment with a single longer sequence to test the effects of a vibro-kinetic seat on memory over a longer period of time. This length could provide opportunities to test habituation to the vibro-kinetic stimulus and analyze the effect over time. Further research could also be conducted on the effects of other multi-sensory cinema experiences such as 3D, virtual reality, or even olfactory stimulation. This paper presents results from an experiment using D-BOX's proprietary vibro-kinetic technology. Another interesting research proposition would be to test recall one week after the initial experiment with the same participants. This would serve to evaluate the effect of a stronger and more complete encoding of brand placement stimulus in the vibro-kinetic condition over time. While EEG analysis produces results of activity on the scalp, further research could be conducted to identify the brain regions involved with source localization analysis to better support fMRI results in literature. This is particularly interesting in the context of full-body movement as fMRI restricts the participant's ability to move freely during the experiment. Recent EEG systems ensure a more authentic experience by not restricting movement while capturing cognitive activity in the area of the brain associated with encoding.

## References

- Austin, Bruce A. (1986). «Cinema screen advertising: An old technology with new promise for consumer marketing», *Journal of Consumer Marketing*, vol. 3, no. 1, p. 45-56.
- Auvray, Malika, Alberto Gallace and Charles Spence (2011). «Tactile short-term memory for stimuli presented on the fingertips and across the rest of the body surface», *Attention, perception, & psychophysics*, vol. 73, no. 4, p. 1227-1241.
- Ballesteros, Soledad, Francisco Munoz, Manuel Sebastian, Beatriz Garcia and José Manuel Reales (2009). «ERP evidence of tactile texture processing: Effects of roughness and movement», *EuroHaptics conference, 2009 and Symposium on Haptic Interfaces for Virtual Environment and Teleoperator Systems. World Haptics 2009. Third Joint*, p. 166-171.
- Bernat, Edward, Howard Shervin and Michael Snodgrass (2001). «Subliminal visual oddball stimuli evoke a P300 component», *Clinical Neurophysiology*, vol. 112, no.1, p. 159-171.
- Brennan, Ian, Khalid M. Dubas and Laurie A. Babin (1999). «The influence of product-placement type & exposure time on product-placement recognition», *International Journal of Advertising*, vol. 18, no. 3, p. 323-337.
- Carù, Antonella, Bernard Cova (2006). «How to facilitate immersion in a consumption experience: appropriation operations and service elements», *Journal of Consumer Behaviour*, vol. 5, no. 1, p. 4-14.
- Chang, Susan, Jay Newell and Charles T. Salmon (2009). «Product placement in entertainment media», *International Journal of Advertising*, vol. 28, no. 5, p. 783-806.
- Cholinski, A. (2012). «The effectiveness of product placement: A field quasi-experiment», *International Journal of Marketing Studies*, vol. 4, no. 5, p. 14.
- Clayson, Peter E., Scott A. Baldwin, and Michael J. Larson (2013). «How does noise affect amplitude and latency measurement of event-related potentials (ERPs)? A methodological critique and simulation study», *Psychophysiology* 50, no. 2, p.174-186.
- Clayson, Peter E., and Michael J. Larson (2013). «Adaptation to emotional conflict: Evidence from a novel face emotion paradigm», *PloS one*, vol. 8, no. 9: e75776.
- D'Astous, Alain and Francis Chartier (2000). «A Study of Factors Affecting Consumer Evaluations and Memory of Product Placements in Movies», *Journal of Current Issues & Research in Advertising*, vol. 22, no. 2, p. 31-40.
- Frankland, Paul W. and Bruno Bontempi (2005). «The organization of recent and remote memories», *Nature Reviews Neuroscience*, vol. 6, no. 2, p. 119-130.
- Galloso, Iris., Juan F. Palacios, Claudio Feijoo and Asuncion Santamaria (2016). « On the influence of individual characteristics and personality traits on the user experience with

- multi-sensorial media: an experimental insight», *Multimedia Tools and Applications*, vol. 1, no. 44.
- Guerin, Scott A. et Michael B. Miller (2009). «Lateralization of the parietal old/new effect: An event-related fMRI study comparing recognition memory for words and faces», *Neuroimage*, vol. 44, no. 1, p. 232-242.
- Gupta, Pola et Stephen J. Gould (1997). «Consumers' Perceptions of the Ethics and Acceptability of Product Placements in Movies: Product Category and Individual Differences», *Journal of Current Issues and Research in Advertising*, vol. 19, p. 37-49.
- Gupta, Pola B. and Kenneth R. Lord. (1998). «Product placement in movies: The effect of prominence and mode on audience recall», *Journal of Current Issues & Research in Advertising*, vol. 20, no. 1, p. 47-59.
- Herweg, Andreas et Andrea Kübler (2016). «High performance with tactile P300 BCIs», *4th International Winter Conference on Brain-Computer Interface (BCI)*, p. 1-2.
- Homer, Pamela Miles (2009). «Product placements», *Journal of Advertising*, vol. 38, no. 3, p.21-32.
- Jackman, Anna Hamilton (2015). «3-D cinema: immersive media technology», *GeoJournal*, vol. 80, no. 6, p. 853-866.
- Jang, Sungjune, Lawrence H. Kim, Kesler Tanner, Hiroshi Ishii and Sean Follmer (2016). «Haptic edge display for mobile tactile interaction», *Proceedings of the 2016 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, ACM, p. 3706-3716.
- Kaye, Joseph Jofish (2004). «Making Scents: aromatic output for HCI», *Interactions*, vol. 11, no. 1, p. 48-61.
- Kohonen, Teuvo (2012). «Self-organization and associative memory», *Springer Science & Business Media*, vol 8.
- Lehu, Jean-Marc and Étienne Bressoud (2009). «Recall of brand placement in movies: Interactions between prominence and plot connection in real conditions of exposure», *Recherche et Applications en Marketing (English Edition)*, vol. 24, no. 1, p. 7-26.
- Luck, Steven J. and Emily S. Kappenman (2011). *The Oxford handbook of event-related potential components*, New York, Oxford university press, p. 159-188.
- Mahrer, Paul and Christopher Miles (2002). «Recognition memory for tactile sequences», *Memory*, vol. 10, no. 1, p. 7-20.
- Matlin, Margaret W. and Thomas A. Farmer (2016). *Cognition, 9th edition*. Crawfordsville: John Wiley & Sons, Inc, p. 143-158.
- Mori, Hiromu, Yoshihiro Matsumoto, Zbigniew R. Struzik, Koichi Mori, Shoji Makino, D. Mandic et al. (2013). «Multi-command tactile and auditory brain computer interface based on head position stimulation», *Proceedings of the Fifth International Brain-Computer Interface Meeting 2013*.

Mullen, Tim, Christian Kothe, Yu Mike Chi, Alejandro Ojeda, Trevor Kerth, Scott Makeig, et al. (2013). «Real-time modeling and 3D visualization of source dynamics and connectivity using wearable EEG», *Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC), 2013 35th Annual International Conference of the IEEE*, p. 2184-2187.

Murray, Micah M., Christoph M. Michel, Rolando Grave de Peralta, Stephanie Ortigue, Denis Brunet, Sara Gonzalez Andino *et al.* (2004). «Rapid discrimination of visual and multisensory memories revealed by electrical neuroimaging», *Neuroimage*, vol. 21, no. 1, p. 125-135.

Nyberg, Lars, Reza Habib, Anthony R. McIntosh and Endel Tulving, (2000). «Reactivation of encoding-related brain activity during memory retrieval », *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 97, no. 20.

Obrist, Marianna, Carlos Velasco, Chi Thanh Vi, Nimesha Ranasinghe, Ali Israr, Adrian D. Cheok et al. (2016). «Touch, taste, & smell user interfaces: The future of multisensory HCI», *Proceedings of the 2016 CHI Conference Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*, ACM, p. 3285-3292.

Ochiai, Yoichi, Kota Kumagai, Takayuki Hoshi, Satoshi Hasegawa and Yoshio Hayasaki (2016). «Cross-field aerial haptics: Rendering haptic feedback in air with light and acoustic fields», *Proceedings of the 2016 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, ACM, p. 3238-3247.

Ohara, S., F. Lenz and Y-D. Zhou (2006). «Sequential neural processes of tactile–visual crossmodal working memory», *Neuroscience*, vol. 139, no. 1, p. 299-309.

Ortiz de Guinea, Ana, Ryad Titah and Pierre-Majorique Léger (2013). «Measure for Measure: A two study multi-trait multi-method investigation of construct validity in IS research», *Computers in Human Behavior*, vol. 29, no. 3, p. 833-844.

Park, Wanjoo, Duchan Ki, Da-Hye Kim, Gyu Hyun Kwon, Sung-Phil Kim and Laehyun Kim (2015). «EEG correlates of user satisfaction of haptic sensation», *2015 IEEE International Conference on Consumer Electronics (ICCE)*, p. 569-570.

Polich, John, Thomas Brock and Mark W. Geisler (1991). «P300 from auditory and somatosensory stimuli: probability and inter-stimulus interval», *International Journal of Psychophysiology*, vol. 11, no. 2, p. 219-223.

Ratcliff, Roger (1978). «A theory of memory retrieval», *Psychological review*, vol. 85, no. 2, p. 59.

Recuber, Tim (2007). «Immersion Cinema: The Rationalization and Reenchantment of Cinematic Space», *Space and Culture*, vol. 10, no. 3, p. 315-330.

Sabherwal S, Pokrywczynski J and Griffin R (1994). «Brand Recall for Product Placements in Motion Pictures: A Memory-based Perspective», *Association for Education in Journalism and Mass Communications 1994*.

Smith, Christine N. and Larry R. Squire (2009). «Medial temporal lobe activity during retrieval of semantic memory is related to the age of the memory», *Journal of Neuroscience*, vol. 29, no. 4, p. 930-938.

Spitzer, Bernhard and Felix Blankenburg (2001). «Stimulus-dependent EEG activity reflects internal updating of tactile working memory in humans», *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 108, no. 20, p. 8444-8449.

Subramanian, Sriram, Sue Ann Seah, Hiroyuki Shinoda, Eve Hoggan and Loic Corenthy (2016). «Mid-Air Haptics and Displays: Systems for Un-instrumented Mid-air Interactions», *Proceedings of the 2016 CHI Conference Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*, ACM, p. 3446-3452.

Topolinski, Sascha, Sandy Lindner, and Anna Freudenberg (2014). «Popcorn in the cinema: Oral interference sabotages advertising effects», *Journal of consumer psychology*, vol. 24, no. 2, p. 169-176.

Visch, Valentijn T., Ed S. Tan and Dylan Molenaar (2010). «The emotional and cognitive effect of immersion in film viewing», *Cognition and Emotion*, vol. 24, no. 8, p. 1439-1445.

Waltl, Markus, Christian Timmerer and Hermann Hellwagner (2010). «Improving the Quality of multimedia Experience through sensory effects», *2010 Second International Workshop on Quality of Multimedia Experience (QoMEX)*. IEEE.

Yannier, Nesra, Ali Israr, Jill Fain Lehman, and Roberta L. Klatzky (2015). «FeelSleeve: Haptic feedback to enhance early reading », *Proceedings of the 33rd Annual ACM Conference on Human Factors in Computing Systems*, p. 1015-1024.

Zhang, Shusheng, Dangxiao Wang, Naqash Afzal, Yuru Zhang and Ruilin Wu (2016). «Rhythmic Haptic Stimuli Improve Short-Term Attention», *IEEE transactions on haptics*, vol. 9, no. 3, p.437-442.

Zhao, Siyan, Zachary Schwemler, Adam Fritz and Ali Israr (2016). «Stereo Haptics: Designing Haptic Interactions using Audio Tools», *Proceedings of the TEI'16: Tenth International Conference on Tangible, Embedded, and Embodied Interaction*, ACM, p. 778-781.

**Horea Pauna** holds a degree in Business Administration with a specialization in Information Technology from HEC Montréal. He also recently completed his MSc in Information Technology from HEC Montréal and completed his thesis at the Tech3lab in the field of User Experience. His work has been published at the NeuroIS conference in Gmunden.

**Pierre-Majorique Léger** is a Full Professor of Information Systems at HEC Montréal. He holds a PhD in industrial engineering from École Polytechnique de Montréal and has done post-doctoral studies in information technologies at HEC Montréal and NYU Stern. He is also Invited professor at Henry B. Tippie College of Business (University of Iowa)

and Tuck School of Business (Dartmouth University). He is the director of the ERPsim Lab and co-director of Tech3Lab. He is the principal inventor of ERPsim, a simulation game to teach ERP concepts, which is now used in more than 180 universities worldwide and many Fortune 1000 organisations. He has published articles in the Journal of the Association for Information Systems, Journal of Management of Information Systems, Information & Management, Technovation, Computers in Human Behaviour, and many others.

**Sylvain Sénécal** is Professor of Marketing, RBC Financial Group Chair of E-Commerce, and Co-director of the Tech3Lab at HEC Montreal. His research focuses on online consumer behavior, electronic commerce, and consumer neuroscience. It has been published in scientific journals such as *Journal of Retailing*, *Journal of the Academy of Marketing Science*, and *Journal of the Association for Information Systems*.

**Marc Fredette** is an Associate Professor in Management Sciences at HEC Montréal. He holds a PhD in Statistics from the University of Waterloo. He is a member of the Executive Committee of the Tech3Lab and he is in charge of the Consultation Center in Statistics at HEC Montréal. He is also an Associate Editor for Statistical Modelling. He has published articles in journals such as *Biometrika*, *Technometrics*, *Computational Statistics & Data Analysis*, the *Canadian Medical Association Journal*, and *Accident Analysis and Prevention*

**Élise Lemoyne-Labonté** is a postdoctoral researcher in Information technology at HEC Montréal, a member of the executive committee of the Tech3Lab and an affiliated researcher with ERPsim Lab. She holds a Ph.D. in Exercise Science from the University of Montreal with a specialty in neuropsychology. Her research has been published in such journals as the *Journal of the Association for Information Systems*, *Business Process Management Journal* and *Computers in Human Behavior*. Her current research centers on how various physical interactions with technology can impact our perceptions, our motivations and our decisions. She is also on the board of directors of Blitz Paradisio, a non-profit dedicated to diminishing the drop out rates in grad school through cross-disciplinary mentorship and writing retreats.



**François Courtemanche** is a researcher at the Tech3lab at HEC Montréal. He holds a PhD in computer science from the University of Montréal and a MSc in computer science from the University of Sherbrooke. He is a member of the Executive Committee and the operation manager of the Tech3Lab. He works in human-computer interactions. His main research focuses on physiological computing, eye tracking, and machine learning. His work has been published in journals such as *Interacting with Computers* and *Applied Artificial Intelligence*.

**Renaud Legoux** is Associate Professor of Marketing at HEC Montreal. He received his PhD in Management with a concentration in Marketing from McGill University. Before his academic career, he worked as a manager for a professional theatre company. His current research interests include longitudinal dimensions of consumer behavior, temporal perceptions, arts marketing, sales promotions, and sponsorship.

**Jean-François Ménard** directs a multidisciplinary R&D department, making ideas come to reality by providing innovative solutions to needs and issues. He holds a degree in electrical and computer engineering from the University of Sherbrooke. With over 20 years of experience in software design and product architecture, he contributes to his company by being a specialized generalist. He is currently working at D-BOX where he oversees all technological research and contributes to bringing a sensational motion feedback experience to the entertainment industry (movies and gaming).



## **Conclusion**

L'objectif de ces deux articles était de comprendre, de façon empirique, l'effet psychophysologique que produit un stimulus vibro-cinétique. Plus spécifiquement, ce mémoire a permis de comprendre l'effet cognitif, émotionnel et physiologique d'une expérience haptique en contexte cinématographique. Un premier article explore l'expérience utilisateur d'un spectateur lorsqu'il est assujéti à un visionnement multi-sensoriel grâce au siège vibro-cinétique D-BOX (Longueuil, Canada). Le deuxième article étudie l'effet de cet artefact sur la reconnaissance de stimuli visuels. Plus précisément, cet article s'intéresse à l'effet du stimulus haptique sur la mémorisation implicite.

Une expérience en laboratoire a été menée à l'automne 2016 avec 43 participants recrutés via le Panel HEC et rémunérés 40\$ en coupon COOP HEC. L'expérience a employé des outils de collecte de données électroencéphalographiques (EEG), électrodermales (EDA) et faciales (enregistrement vidéo). La collecte de données a servi à produire les deux articles, le premier traitant des données collectées pendant le visionnement des séquences et le deuxième traitant des données collectées pendant la tâche de reconnaissance après les séquences. Ce dernier chapitre a pour but de faire un rappel des questions de recherche ainsi que d'apporter des précisions quant à la démarche utilisée pour arriver au design expérimental final. Ensuite, les résultats des deux articles sont présentés et les contributions théoriques et managériales seront étayées. Pour terminer, nous soulevons les limites de l'étude et présentons les potentiels de recherches futures.

## **Cycles itératifs de design d'expérimentation**

Afin d'arriver au design expérimental final, quatre cycles itératifs de tests ont été menés au cours de l'été 2016 en collaboration avec D-BOX. L'objectif de ces tests était d'arriver à prioriser et choisir les outils de collecte de données que nous allions utiliser afin de maintenir la validité écologique de l'expérience et d'assurer la qualité des données.

**Tableau 10 – Cycles itératifs de design expérimental et leurs objectifs**

Cycles	Date	Objectifs
C1	Début Juin 2016	Vérification de la qualité des mesures en contexte de validité écologique
C2	Début Juillet 2016	Prétest et vérification de la qualité des mesures en contexte vibro-cinétique
C3	Fin Juillet 2016	Intégration des événements
C4	Fin Août 2016	Validation finale, intégration de la technologie
Collecte	Septembre 2016	Collecte des 43 participants

***Cycle itératif 1***

La particularité de cette étude est le fait qu'il y a des caractéristiques qui sont nécessaires à une immersion cinématographique. C'est pour cette raison que nous avons muni la salle d'expérimentation d'une télévision 55 pouces, d'un système de son 5.1 ainsi que de rideaux noirs sur le côté et derrière le participant afin de créer l'effet d'un visionnement au cinéma. Qui plus est, après quelques prétests sans outils de mesure, nous avons déterminé lors du cycle 1 qu'il était absolument nécessaire de fermer les lumières de la salle lors de la présentation des films afin de maintenir une validité écologique. Malgré cette noirceur, les assistantes qui sont dans la salle d'observation peuvent toujours voir le participant. De plus, cette contrainte de luminosité a posé quelques défis au niveau des outils de collecte de données.

De fait, les données émotionnelles sont enregistrées via une webcam qui filme le visage du participant ce qui rend la tâche difficile dans le noir. Le cycle 1 a donc permis de déterminer les facteurs nécessaires au maintien de la validité écologique et a permis de soulever des problèmes avec quelques outils de collecte de données étant donnée la contrainte de luminosité.

### *Cycle itératif 2*

Le cycle 2 avait pour but de faire un premier prétest avec les outils de mesure afin de vérifier la qualité des données en contexte vibro-cinétique. De plus, plusieurs tests de caméra ont été effectués pour déterminer quel format fonctionnait le mieux pour enregistrer le visage du participant dans le noir. Des vidéos de test ont été enregistrés dans le noir et analysés avec Facereader (Wageningen, Pays-Bas) pour déterminer si le logiciel pouvait interpréter les variations dans les mouvements faciaux. Nous avons aussi trouvé des vidéos de visages filmés en infrarouge que nous avons analysés dans Facereader pour tester la qualité des données. L'objectif des tests infrarouges était de vérifier si nous pouvons enregistrer dans le noir grâce à une caméra munie de cette technologie sans devoir acheter une caméra infrarouge. Il s'agissait donc d'un test itératif à très faible coût qui nous a relevés que le logiciel Facereader ne pouvait pas capter les variations des muscles faciaux provenant d'un enregistrement infrarouge.

Nous avons donc conclu qu'il était nécessaire de filmer le visage du participant avec une caméra traditionnelle, mais que des ajustements devaient être faits afin de pouvoir filmer dans le noir et de collecter des données de qualité. Nous avons donc opté pour un enregistrement grâce à une camcorder au lieu d'une simple webcam, car celle-ci nous offrait une qualité supérieure d'image. Qui plus est, la camcorder nous a permis d'ajuster l'exposition de la lumière manuellement afin que celle-ci capte plus de lumière dans le noir. Cependant, ce n'était pas assez pour assurer une qualité constante des données enregistrées. Afin de pallier à cet effet, nous avons installé deux bandes DEL de 30 cm au-dessus du participant pour permettre à la caméra de capter plus de lumière ambiante. Ces lumières ont été placées en faisant attention de ne pas refléter dans la télévision ou dans les yeux du participant. De plus, celles-ci ont été placées afin de ne pas créer d'ombrages sur le visage du participant pour ne pas biaiser les données. Après avoir testé des données de prétests collectées avec cette méthode, nous avons décidé d'utiliser la camcorder, d'augmenter temps d'exposition sur celle-ci et d'installer les bandes DEL au plafond.

Au cours du cycle 2, nous avons aussi collecté les données EEG et EDA avec le siège D-BOX activé durant une séquence test du film Minions (2015) de 2 minutes fournie par la

compagnie. En plus de cette séquence, nous avons aussi utilisé une séquence de test sans accompagnement visuel qui a pour but d'activer toute la palette de vibrations et de mouvements que peut produire le siège. Ces tests nous ont permis de conclure que les données collectées n'étaient pas affectées négativement par les vibrations et mouvements produits par le siège.

### *Cycle itératif 3*

Le cycle numéro 3 avait pour but d'effectuer un premier prétest avec des séquences de film afin de valider celles-ci auprès de participants. Au début, D-BOX nous a proposé trois séquences de film à tester soit *Fast Five* (2011), *Cast Away* (2000) et *Martian* (2015). Ces films contiennent tous quelques placements de produits, mais n'offraient pas une histoire immersive et indépendante. De fait, nous avons voulu utiliser des films qui faisaient usage de toute la palette de mouvements et vibrations offerts par le siège. De plus, les histoires racontées dans les séquences doivent être captivantes et avoir l'effet d'une histoire complète avec un début et une fin. Malheureusement, les séquences proposées par D-BOX de *Fast Five* (2011) et *Cast Away* (2000) ne satisfaisaient pas ces critères tandis que la séquence proposée de *Martian* (2015) n'offrait pas une histoire complètement indépendante.

Après avoir écouté plusieurs séquences de film qui correspondaient à nos critères, nous avons fait un premier test avec *Skyfall* (2012), *Rush* (2013) et *Transformers : Age of Extinction* (2014). Cependant, les 3 prétests ont signifié leur mécontentement par rapport à la séquence *Transformers*, car ils ne trouvaient pas que celle-ci était aussi immersive que les deux autres. Ceci nous a amenés à reconsidérer le film *Martian* (2015) et à choisir une séquence ajustée de ce qui avait été proposé précédemment.

Le cycle 3 avait aussi pour but de continuer à ajuster la salle de collecte pour permettre le moins d'intervention des assistantes dans la salle du participant pour ne pas déranger son immersion. De fait, dans les premiers prétests, l'ordinateur des séquences qui se trouvait du côté du participant n'était accessible de la salle d'observation et une assistante devait changer manuellement la séquence entre chaque film. Afin de pallier à cette action dérangeante et chronophage, nous avons connecté un ordinateur dans la salle

d'observation à l'ordinateur de séquences via TeamViewer 11 (Göppingen, Germany). Ceci a permis de changer les séquences à distance sans déranger le participant.

#### ***Cycle itératif 4***

Dans les cycles précédents, les séquences étaient présentées manuellement à partir du film complet disponible sur Netflix (Los Gatos, États-Unis). Nous disposons aussi d'un ordinateur contenant les codes de motion de D-BOX qui se synchronisent automatiquement grâce au son. Ceci se connecte au siège grâce à un fil Ethernet et à l'ordinateur de présentation grâce à un fil auxiliaire afin de capter le son sortant pour pouvoir synchroniser le film avec le mouvement. Cependant, cette méthode impliquait que les assistantes devaient choisir manuellement le temps de départ et d'arrêt de la séquence et la synchronisation avec l'ordinateur de D-BOX prenait quelques secondes ce qui affectait l'expérience. Afin d'ajuster cette méthode et d'offrir une expérience sans failles aux participants, D-BOX nous a préparé des fichiers XML contenant les séquences précises et les codes de motion déjà synchronisés. De cette façon, les assistantes devaient seulement appuyer sur un fichier .jar qui faisait jouer la séquence spécifique. Ceci sauvait beaucoup de temps et assurait la même expérience pour tous les participants.

Le cycle 4 a aussi permis l'ajustement du siège avec l'aide de D-BOX dans le but d'optimiser le temps de synchronisation. Finalement, ce cycle a permis aux assistantes d'optimiser le temps de pose d'outils et réduire le temps nécessaire à l'expérimentation.

L'approche par cycles itératifs a été le meilleur moyen pour permettre l'atteinte des objectifs des parties prenantes et de s'assurer que la collecte en automne 2016 se déroule bien. Cette approche a permis de développer un design expérimental écologiquement valide en collaboration avec D-BOX ce qui a favorisé l'implication des parties prenantes.

### **Rappel des questions de recherche et principaux résultats**

Les résultats de l'étude nous ont permis de fournir des réponses aux questions de recherche se trouvant dans les deux articles. Nous regroupons les résultats pertinents des deux articles afin de répondre aux questions de recherche de ce mémoire.

- 1) Quel est l'effet du siège vibro-cinétique de D-BOX sur l'expérience vécue du spectateur en termes de réactions psychophysiologiques?*

L'expérience de cinéma multi-sensorielle a tendance à faire vivre aux spectateurs un sentiment d'immersion émotionnelle. L'ajout d'une palette de stimulus opérationnalisée par un siège vibro-cinétique a pour but d'augmenter l'expérience émotionnelle. L'effet multi-sensoriel en contexte de cinéma affecte positivement la réaction émotionnelle, cognitive et physiologique d'un spectateur. L'étude en contexte cinématographique a produit des résultats révélant une augmentation de l'expérience vécue en contexte vibro-cinétique. D'un point de vue émotionnel, l'expérience vibro-cinétique augmente les émotions positives et réduit les émotions négatives. Cette condition augmente aussi l'activation lors du visionnement ce qui signifie que les émotions sont ressenties avec plus d'intensité. Finalement, la condition vibro-cinétique induit un état de relaxation cognitive ce qui peut être associé à une plus grande facilité d'immersion.

La compréhension de ce que vit un spectateur de manière inconsciente en contexte vibro-cinétique est un enjeu prioritaire pour toutes les parties prenantes de D-BOX. L'entreprise doit savoir ce que leur produit a comme effet sur les spectateurs afin de potentiellement bonifier leur offre de service. En plus de permettre de quantifier l'effet et de le comparer avec l'expérience de cinéma traditionnelle, les résultats aident les cinémas à prendre des décisions plus éclairées quant aux décisions d'implanter une telle technologie dans les salles.

2) *Dans quelle mesure l'expérience vibro-cinétique influence la capacité consciente et inconsciente de reconnaissance de l'expérience ?*

Après avoir déterminé que la condition vibro-cinétique offrait une expérience cinématographique rehaussée au niveau psychophysiologique, nous voulions savoir si cet ajout affecte la mémorisation des spectateurs. Nous pouvons penser qu'une expérience immersive peut distraire un participant et réduire son attention, cependant les résultats des analyses démontrent que la condition vibro-cinétique n'affecte pas la reconnaissance explicite de placements de produits dans les films. Cependant, au niveau cognitif, il y a une différence entre les conditions. De fait, la condition contrôle produit une activation pariétale ce qui est conforme avec les études de potentiel évoqué en contexte de mémorisation (Polich et al., 1991). En vibro-cinétique, les spectateurs produisent une hyperactivité frontale ce qui signifie un effet sur la qualité du souvenir encodé. Ces



résultats permettent de révéler un effet inconscient de la condition vibro-cinétique sur la mémoire des spectateurs.

## **Contributions**

### *Contributions théoriques*

Une première contribution théorique est faite en comblant un manque dans la littérature au niveau des recherches dans le domaine des technologies haptiques. En contexte cinématographique, un siège muni de cette technologie augmente l'expérience vécue en produisant un stimulus synchronisé avec les événements du film. Nous avons démontré une différence notable entre une expérience traditionnelle de cinéma et une expérience augmentée. Ces résultats s'insèrent dans la littérature du domaine haptique qui vise l'évaluation de produits destinés à la consommation. Quelques exemples d'études récentes en haptique démontrent l'utilisation des technologies développées en laboratoire pour tester divers construits (Ochiai et al., 2016; Park et al., 2015; Zhang et al., 2016). Cependant, à notre connaissance, nous venons combler une lacune dans ce type de recherche en évaluant les effets d'une technologie qui est disponible pour la consommation de masse dans un environnement qui est écologiquement valide. Nous considérons qu'une contribution à la littérature est faite en évaluant un produit et une expérience qui sont disponibles pour les consommateurs.

Nous avons apporté un angle différent aux recherches de Walzl et al. (2010) en évaluant l'effet d'un stimulus haptique qui agit sur l'ensemble du corps du participant et non seulement sur une partie précise de son corps comme le poignet. Qui plus est, nous avons évalué l'effet de l'interaction entre le mouvement et la vibration plutôt que seulement un stimulus vibro-tactile comme le font des études récentes en haptique (Auvray et al., 2011; Jang et al., 2016; Mori et al., 2013; Zhang et al., 2016).

Une deuxième contribution est faite lorsqu'on compare nos résultats avec ceux de la littérature multi-sensorielle existante. Nos résultats démontrent que d'un point de vue explicite, l'expérience multi-sensorielle n'affecte pas la probabilité de bien performer dans la tâche de reconnaissance de logos. Cependant, d'un point de vue implicite, le contraste entre le fait d'avoir vu le logo dans le film et le fait de ne pas l'avoir vu en

condition vibro-cinétique produit une activation frontale en mouvement. Ces résultats démontrent que le siège vibro-cinétique n'a pas d'effet conscient sur la mémorisation, mais produit un effet inconscient. De plus, nos résultats démontrent que cette activation frontale affecte positivement la reconnaissance explicite. Ceci étant dit, nous avons obtenu des résultats différents des études classiques en neuroscience surtout en contexte de mémorisation. Polich et al., (1991) ont mesuré l'effet d'un encodage multi-sensoriel sur la mémorisation et ont démontré une distribution croissante de l'amplitude à travers les électrodes médianes voulant dire que la valeur frontale est plus petite que la valeur pariétale. Ohara et al., (2006) ont testé et répliqué cet effet en contexte de mémorisation tactile-visuelle. Les résultats de Ohara et al., (2006) démontrent que la mémorisation implicite produit une plus grande amplitude en pariétal en contexte multi-sensoriel. Nous avons démontré le contraire en contexte vibro-cinétique puisque l'amplitude de la composante P3 est décroissante à travers les électrodes médianes. C'est-à-dire qu'il y a une plus grande activation frontale en contexte de mémorisation.

Une explication pour cet effet peut se trouver dans la littérature utilisant des données collectées avec du fMRI. Smith et Squire (2009) proposent une explication et stipulent que l'activation frontale est associée au décodage de souvenirs plus complets ou plus vieux. Ce postulat démontre qu'un individu qui effectue une recherche plus stratégique produira plus d'activité frontale. En nous basant sur les écrits de Smith et Squire (2009), nous pouvons déduire que la condition vibro-cinétique permet de produire un réseau d'association plus complet lors de l'encodage du placement de produits. Ceci indique que la condition vibro-cinétique permet la création de souvenirs plus complets et plus robustes ce qui peut indiquer que ces souvenirs peuvent perdurer dans le temps (Smith et Squire, 2009). L'activité pariétale en condition contrôle peut être associée avec un décodage plus rudimentaire ce qui est soutenu par Guerin et Miller (2009). Ces auteurs ont remarqué une activation en pariétale en contexte de comparaison de stimuli vieux versus nouveaux ce qui pointe vers un processus de décodage plus binaire et moins complet. Ces résultats soutiennent le fait que la condition vibro-cinétique permet la création d'un réseau d'association de souvenirs plus complets et que la condition sans mouvement permet la création de souvenirs plus rudimentaires.

Troisièmement, nous contribuons à la littérature en haptique en présentant des résultats d'une analyse ERP dans le but de démontrer l'effet d'un stimulus haptique sur l'activité cognitive lors d'une tâche de mémorisation. L'utilisation de l'EEG est une méthode communément utilisée dans le domaine de l'haptique dans le but de capturer la satisfaction de l'utilisateur, son attention et plusieurs autres corrélats cognitifs. Park et al., (2015) ont utilisé une analyse de bandes de fréquences afin de trouver une corrélation entre la satisfaction de l'utilisateur et différentes bandes EEG. Zhang et al., (2016) ont utilisé une analyse de EEG en continu afin de comprendre l'effet du haptique sur l'attention cognitive. Une analyse ERP a été effectuée par Ballesteros et al., (2009) afin de comprendre le traitement cognitif de différentes textures tactiles. Qui plus est, plusieurs auteurs utilisent les analyses ERP afin de développer des systèmes haptiques d'interface cerveau-ordinateur (Herweg and Kubler, 2016; Mori et al., 2013). Cependant, la littérature existante en haptique n'utilise pas la méthode ERP pour étudier les effets d'une technologie haptique sur la mémorisation. Les résultats de notre expérience combinent l'utilisation de la composante P3 de l'analyse ERP avec une expérience haptique afin de démontrer l'effet implicite de cette technologie.

### ***Contributions pratiques***

Les résultats de ces deux articles permettent de démontrer une différence entre une expérience de cinéma vibro-cinétique et une expérience cinématographique traditionnelle. Nous apportons des résultats empiriques et quantifiables quant à l'avantage psychophysologique que produit cette technologie. Ceci peut permettre aux salles de cinéma de profiter d'un levier informationnel dans leurs décisions d'implanter des sièges vibro-cinétiques. De fait, grâce à des résultats démontrant une expérience rehaussée, les parties prenantes peuvent justifier le retour sur investissement. Par exemple, les salles de cinéma peuvent aussi utiliser ces résultats pour démontrer les avantages d'une expérience vibro-cinétique aux spectateurs. Un spectateur hésitant à déboursier pour un billet de cinéma incluant la technologie vibro-cinétique peut prendre une meilleure décision d'achat s'il sait que cette technologie lui procurera une meilleure expérience utilisateur. Le deuxième article démontre les effets cognitifs de l'expérience vibro-cinétique du point de vue de la mémorisation. Ce qui est intéressant est le fait que la technologie vibro-cinétique n'affecte pas la mémorisation consciente, mais a un effet inconscient sur le

processus de mémorisation du spectateur. Ayant la capacité d'influencer la mémorisation implicite, cet artefact technologique permet à un spectateur de mémoriser inconsciemment un stimulus visuel même s'il n'y a pas d'effet conscient. Les manufacturiers de sièges vibro-cinétiques peuvent utiliser cet effet comme un levier pour développer une intégration du code de mouvement avec les placements de produits dans les films afin d'augmenter la mémorisation inconsciente des spectateurs.

### **Limites et recherches futures**

Quelques limites peuvent ressortir de l'étude qui a été menée. Le choix des films s'est concentré sur des séquences d'action de quelques minutes. Cependant, nous avons sélectionné des participants avec des préférences pour les films d'action afin de limiter les biais liés aux préférences. Une autre limite est que nous n'avons pas pris en considération des facteurs externes pouvant influencer la reconnaissance de marque. De fait, nous n'avons pas pu tester le temps d'exposition, le contexte, ni la sensibilité aux placements des produits.

Des recherches futures seraient possibles en employant des séquences de films différentes du même genre que ceux choisis (action). Il serait aussi intéressant de vérifier l'effet psychophysiologique du siège vibro-cinétique avec des films de genres différents. Ceci nous permettrait de définir le genre de film qui bénéficierait le plus du multi-sensoriel comme levier pour augmenter l'expérience de visionnement. D'autres avenues possibles de recherche seraient de pousser l'effet du multi-sensoriel en contexte cinématographique et de tester des technologies qui viennent interpeller d'autres sens comme l'olfactif. Il serait aussi intéressant de vérifier l'effet du siège vibro-cinétique en contexte de réalité virtuelle afin de voir l'effet sur l'expérience et la satisfaction. Une autre avenue de recherche serait d'évaluer l'effet sur la mémoire à long terme en effectuant un test de rappel avec les mêmes participants que nous avons utilisés dans cette recherche. De cette façon, nous pouvons valider l'effet sur la mémoire à long terme d'un encodage plus complet en vibro-cinétique.

## Bibliographie

Nous présentons, dans cette section, les références bibliographiques qui ont servi à la production du mémoire et qui ne figurent pas dans la liste de références bibliographiques des articles.

Alben, Lauralee (1996). «Defining the criteria for effective interaction design», *Interactions* vol. 3, no. 3, p. 11-15.

Business wire (2017). *Touch-Enabled Technology in Video Ads Leads to a 50% Lift in Brand Favorability, Scientific Media Trial Finds*, Business wire inc. Récupéré le 31 janvier 2017 de <http://www.businesswire.com/news/home/20170125005419/en/>

Culkin, Nigel et Keith Randle (2003). «Digital Cinema: Opportunities and Challenges», *Convergence*, vol. 9, no. 4, p. 79-98.

Davis, Alexa (2016). *Virtual Reality, Real Profits: 11 Great Stocks To Play The Coming VR/AR Boom*, Forbes. Récupéré le 21 février 2017 de <http://www.forbes.com/sites/alexadavis/2016/01/17/virtual-reality-real-profits-11-great-stocks-to-play-the-coming-vr-ar-boom/#f714f25ee23c>

Dettmer, Roger (2003). «Digital cinema: a slow revolution», *IEEE Review*, vol. 49, no. 10, p. 46-50.

Ermi, Laura, et Frans Mäyrä (2005). «Fundamental components of the gameplay experience: Analysing immersion», *Worlds in play: International perspectives on digital games research*, vol. 37, no. 2.

Guerin, Scott A. et Michael B. Miller (2009). «Lateralization of the parietal old/new effect: An event-related fMRI study comparing recognition memory for words and faces», *Neuroimage*, vol. 44, no. 1, p. 232-242.

Howarth, Peter A (2011). «Potential hazards of viewing 3-D stereoscopic television, cinema and computer games: a review», *Ophthalmic and Physiological Optics*, vol. 31, no. 2, p. 111-122.

International Organization for Standardisation (2010). «Human-centred design for interactive systems», *Ergonomics of human-system interaction*, Part 210. Récupéré le 6 juin 2017 de <https://www.iso.org/standard/52075.html>

Jennett, Charlene, Anna L. Cox, Paul Cairns, Samira Dhoparee, Andrew Epps, Tim Tijs et al. (2008). «Measuring and defining the experience of immersion in games», *International journal of human-computer studies*, vol. 66, no. 9, p. 641-661.

Ogilvie, Tristan (2016). *Here's what South Park's Fractured But Whole smells like*, IGN. Récupéré le 21 février 2017 de <http://ca.ign.com/articles/2016/08/23/heres-what-south-parks-fractured-but-whole-smells-like>

O'Mara, Matthew et Matt Hartley (2013). *Canadians launch Kickstarter campaign to create sensory feedback video game suit*, Financial Post. Récupéré le 21 février 2017 de [http://business.financialpost.com/fp-tech-desk/post-arcade/canadians-launch-kickstarter-campaign-to-create-sensory-feedback-video-game-suit?\\_\\_lsa=1537-e210](http://business.financialpost.com/fp-tech-desk/post-arcade/canadians-launch-kickstarter-campaign-to-create-sensory-feedback-video-game-suit?__lsa=1537-e210)

Riedl, René, Harald Kindermann, Andreas Auinger, et Andrija Javor (2012). «Technostress from a neurobiological perspective», *Business & Information Systems Engineering*, vol. 4, no. 2, p. 61-69.

## **Annexes**

### **Méthodologie de la Revue de littérature**

Afin de procéder à la revue de la littérature, il fut nécessaire de mettre sur papier les concepts reliés à la question de recherche afin de mieux visualiser les relations entre ceux-ci. L'effet d'une expérience multi-sensorielle en contexte cinématographique donne naissance à plusieurs mots-clés pouvant être utilisés dans la recherche d'articles. L'exploration et la compréhension des relations entre ces mots-clés ont été plus naturelles lorsque nous avons mis sur papier ces relations. Technology in haptics, Multi-sensory cinema, Multi-sensory memory, Memory encoding, Product placement memory, Multi-sensory ERP et P300 ERP furent les mots clés qui sont ressortis lors du processus d'explicitation des concepts reliés à la question de recherche. Le mot clé vibro-cinétique n'a pas été retenu puisque la grande majorité des résultats qui ressortent sont des brevets et ce type d'information n'a pas été considéré pour cette revue.

Nous avons premièrement utilisé Google Scholar pour trouver des articles en utilisant les mots clés ci-dessus. Un premier tri des articles qui ressortent de ces recherches a été effectué en fonction du titre. Lorsqu'on trouvait un article intéressant, nous n'y avons pas souvent accès directement sur Google Scholar. Nous notons donc le titre de l'article qui nous intéresse et nous allons à la base de données HEC Biblio pour chercher les articles spécifiques par leur titre afin d'y avoir accès. Un deuxième tri des articles retrouvés sur HEC Biblio a été effectué en fonction du résumé.

Les articles retenus proviennent de plusieurs domaines variés tels la psychologie, le marketing, la neuroscience et les TI. Il n'y a pas eu de critères d'exclusion quant aux dates de publication puisque les articles fondamentaux de psychologie peuvent provenir des années 1970. Cette revue inclut principalement des articles, mais fait aussi recours à des livres comme celui de Luck et Kappenman (2011) puisqu'il s'agit d'un manuel de référence qui regroupe une quantité intéressante de connaissances dans le domaine du potentiel évoqué. Le nombre d'articles retenus a été déterminé par la saturation théorique.