

A089/w9,0480

HEC MONTRÉAL

**Scripts cognitifs en ligne: étude neurophysiologique
exploratoire**

Par
Joé Desbiens

Sciences de la gestion
(Technologies de l'Information)

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

Janvier 2013

© Joé Desbiens, 2013

Sommaire

Un script cognitif est une séquence prédéterminée d'actions définissant une situation connue. En combinant la littérature issue de la psychologie, du marketing et des neurosciences, l'étude entreprise tente de déterminer si les acheteurs activent des scripts cognitifs en achetant en ligne, comment les scripts cognitifs se forment au fil des expériences d'achat mais aussi comment la différence ayant trait au type de script développé influence la réaction à un nouveau site Web d'achat.

Des participants sans expérience d'achat en ligne ont été assignés aléatoirement à une condition Intrascript (visites répétées sur un même site Web) ou Interscript (plusieurs visites sur des sites Web variés). Suite à l'utilisation d'outils neurophysiologiques et psychométriques, les résultats suggèrent que les consommateurs Intrascript utilisent davantage un traitement automatique des informations lors de leurs visites répétées. À l'inverse, lorsque confronté à un nouveau site Web, le groupe Intrascript doit fournir un effort cognitif supplémentaire et utilise un traitement plus conscient de l'information. De plus, lors de la visite d'un nouveau site Web, les consommateurs Intrascript le trouvent moins facile d'utilisation que le groupe ayant visité plusieurs sites Web auparavant.

En termes de contributions, les résultats de ce mémoire suggèrent aux gestionnaires qu'il faut réussir à créer un effet de verrouillage du consommateur le plus rapidement possible à l'aide de visites répétées. Toutefois, lorsque ce verrouillage est atteint et que les consommateurs sont habitués à l'interface du site ou de la plateforme, les mises à jour devraient être graduellement incorporées plutôt que de procéder à des changements majeurs en une seule migration.

Table des matières

Sommaire.....	i
Table des matières.....	ii
Liste des figures	v
Liste des tableaux	vi
Chapitre 1: Introduction	1
Problématique	1
Objectifs de recherche.....	6
Chapitre 2: Revue de littérature	9
Objectifs de la revue de littérature.....	9
Théories issues du domaine de la psychologie.....	9
Scripts cognitifs.....	9
Distinction entre novices et experts	13
Formation des perceptions et processus médiateurs	17
Une implication pour les entreprises: théorie des scripts et marketing	21
Potentiel de la théorie des scripts appliquée à l'étude du comportement des consommateurs	21
Évaluation du développement des scripts via les mesures neurophysiologiques	24
L'activité électrodermale et la dimension affective	24
L'électroencéphalographie et l'activité cognitive.....	27
L'électrocardiogramme et l'effort mental	30
Chapitre 3: Hypothèses et modèle de recherche	34
Chapitre 4: Méthodologie.....	39
Design expérimental	40
Participants visés et échantillonnage	40
Procédure.....	42
Déroulement de l'expérience	42
Outils technologiques utilisés pour la collecte	43

Consolidation et synchronisation des données	46
Traitement des signaux bruts et calcul des mesures.....	48
Amélioration des données et dérivation des bandes de fréquence.....	48
Réduction des données.....	50
Analyse statistique.....	51
Mesures utilisées	52
Chapitre 5: Résultats de l'étude et analyse	58
Hypothèse 1	58
Nombre de réponses électrodermales	58
Amplitude moyenne des réponses électrodermales.....	60
Hypothèse 2	61
Puissance dans la fréquence élevée	61
Proportion d'activité vagale/sympathique	62
Variation de l'index EEG de l'odds de travail cognitif.....	63
Hypothèse 3	65
Nombre de réponses électrodermales	66
Temps de visite	67
Amplitude moyenne des réponses électrodermales.....	69
Hypothèse 4	69
Puissance dans la fréquence élevée	70
Proportion d'activité vagale/sympathique	70
Index EEG de l'odds de travail cognitif.....	71
Hypothèse 5	72
Score donné aux cinq éléments d'utilisabilité du site Web.....	73
Hypothèse 6	74
Nombre d'étapes élicitées dans le script.....	74
Sommaire des résultats	76
Chapitre 6: Discussion et conclusion	77
Contributions théoriques.....	77
Implications managériales	78
Limites de l'étude.....	80
Pistes de recherches futures.....	82

Annexes.....	85
Annexe 1: Échelle d'appréciation de l'utilisabilité du site Web.....	85
Bibliographie.....	86

Liste des figures

Figure 1: Schéma illustrant la théorie des scripts.....	12
Figure 2: Relation entre le temps d'exécution d'une tâche et le nombre de répétitions de cette dernière	14
Figure 3: Processus génériques médiateurs du changement de perception	20
Figure 4: Modèle de recherche appliqué lors du développement du script	37
Figure 5: Modèle de recherche appliqué une fois le script développé et lorsque confronté à une situation nouvelle	38
Figure 6: Représentation des sites principaux du cerveau	44
Figure 7: Hausse de la distraction chez le groupe Intrascript (la première visite est la référence)	64
Figure 8: Hausse de la distraction chez le groupe Interscript (la première visite est la référence)	65

Liste des tableaux

Tableau 1: Déroulement de l'expérimentation	43
Tableau 2: Bandes de Fréquences EEG utilisées dans Acqknowledge	49
Tableau 3: Bandes de Fréquences ECG utilisées dans Acqknowledge	50
Tableau 4: Liste des mesures utilisées.....	53
Tableau 5: Statistiques descriptives - Nombre de réponses électrodermales lors des visites de développement du script (25 premières secondes de visite).....	59
Tableau 6: Statistiques descriptives - Amplitude des réponses électrodermales lors des visites de développement du script (25 premières secondes de visite).....	60
Tableau 7: Statistiques descriptives - Puissance dans la fréquence élevée lors des visites de développement du script (25 premières secondes de visite).....	61
Tableau 8: Statistiques descriptives - Proportion d'activité vagale/sympathique lors des visites de développement du script (25 premières secondes de visite).....	62
Tableau 9: Statistiques descriptives - Index de l'odds de travail cognitif lors des visites de développement du script (25 premières secondes de visite).....	63
Tableau 10: Statistiques descriptives - Nombre de réponses électrodermales lors de la dernière visite (25 premières secondes de visite)	66
Tableau 11: Statistiques descriptives - Temps de visite du dernier site Web	67
Tableau 12: Statistiques descriptives - Amplitude des réponses électrodermales lors de la dernière visite (25 premières secondes de visite)	69
Tableau 13: Statistiques descriptives - Puissance dans la fréquence élevée lors de la dernière visite (25 premières secondes de visite)	70
Tableau 14: Statistiques descriptives - Proportion d'activité vagale/sympathique lors de la dernière visite (25 premières secondes de visite)	71
Tableau 15: Statistiques descriptives - Index de l'odds de travail cognitif (25 premières secondes de visite).....	71

Tableau 16: Statistiques descriptives - Score donné aux cinq éléments d'utilisabilité du site Web (échelle Likert 1-7)	73
Tableau 17: Liste des hypothèses et de leur support	76

Chapitre 1: Introduction

Problématique

La complexité de la pensée de l'homme ainsi que son fonctionnement sont des sujets sur lesquels l'attention scientifique se porte depuis longtemps. En effet, l'homme étant conscient de sa propre existence et de celles des autres, il a cherché à comprendre la structure de sa pensée dirigeant ses gestes, non seulement afin de mieux se connaître lui-même, mais également dans le but de prédire le comportement des autres. C'est donc en visant la compréhension de l'activité mentale et des comportements que grandit la discipline de la psychologie, ainsi que ses avancées au fil des années.

Parmi ces progrès existe une théorie sur la manière dont nous abordons les situations et ajustons notre comportement en conséquence. Il s'agit de celle portant sur les scripts cognitifs. Plus précisément, la théorie des scripts cognitifs suggère que la mémoire n'est pas classée par catégories sémantiques, mais plutôt par expériences généralisées ou épisodes. Ces épisodes vécus forment nos attentes quand au déroulement des épisodes à venir (Shank & Abelson, 1977). Ces attentes constituent des scripts, c'est-à-dire des séquences d'actions gardées en mémoire et se déroulant habituellement dans une situation connue. Lorsqu'une situation semblable se reproduit, le script est réutilisé afin de minimiser l'effort et l'attention requise. L'exemple classique abordé par Shank & Abelson (1977) dans l'élaboration de cette théorie est celui du script d'une interaction d'affaires dans un restaurant de restauration rapide. Généralement, on s'attend à une séquence précise d'événements se

déclenchant lorsqu'on arrive à la caisse: la commande est passée, puis on paie et on attend d'être servi pour ensuite aller s'asseoir et manger. Cette séquence, ramenée en mémoire lors de notre arrivée dans un nouveau restaurant, permet d'anticiper comment on devrait agir même si on n'y est jamais allé auparavant.

Ces scripts permettent donc à un individu de faire les inférences nécessaires à la compréhension d'une situation particulière, en remplissant les informations manquantes avec le script formé suite à l'exposition à des situations généralement semblables. Cela se fait à l'aide d'un métascript, soit un script très général, dans lequel les événements sont définis de manière plus abstraite afin de permettre plus d'éventualités. Pour chaque éventualité, un script plus spécifique peut exister. Lorsqu'une éventualité pour laquelle aucun script spécifique existe est rencontrée, il y a adaptation et un script spécifique est alors créé en mémoire (Shank & Abelson, 1977). Ainsi, plus un individu a vécu d'épisodes particuliers variés, plus son métascript pourra se relier à des scripts spécifiques lorsque ces situations particulières seront rencontrées à nouveau.

Un métascript contient les événements susceptibles d'arriver pour toutes les situations d'un même type. Pour revenir au script de restauration rapide donné en exemple précédemment, si un jour ce même individu va dans un établissement où il doit choisir lui-même les ingrédients de son repas alors qu'il est préparé devant lui, son métascript lui permettra d'effectuer les actions auxquelles il est habitué (entrer et commander un repas) jusqu'à ce qu'il arrive à cet éventualité nouvelle, c'est à dire le choix des ingrédients du mets choisi. Il s'adaptera à ce nouvel événement avec une nouvelle séquence d'actions, pour ensuite revenir à

la prochaine action connue du métascript, c'est-à-dire payer et s'asseoir pour manger. Une fois la situation passée, l'individu aura formé un script spécialisé pour ce restaurant et n'aura plus à s'y adapter la prochaine fois. L'adaptation (et le développement de ce script spécifique) s'accompagne toutefois d'un effort additionnel chez l'individu par rapport à celui qui a déjà ce script en mémoire. Plus précisément, un individu ayant appris de manière répétitive et complète une certaine compétence traitera les stimuli reliés à cette dernière de manière inconsciente alors que le novice devra les traiter de manière plus consciente et ce, avec un plus grand effort et une plus grande implication émotionnelle (Alba & Hutchinson, 1997).

Les séquences d'événements ou d'actions auxquelles on s'attend évoluent donc chaque fois qu'un nouvel épisode diffère de nos scripts mémorisés. Le métascript d'un individu ayant vécu une plus grande variété de situations du même type (comme les deux situations de l'exemple précédent) comportera par conséquent plus d'actions et permettra un plus grand nombre d'éventualités. Les scripts des "experts" d'un type de situation donnée sont ainsi plus riches que ceux des "novices". Cela fait en sorte qu'ils sont non seulement plus efficaces dans l'exécution des actions d'un script connu, mais aussi qu'ils peuvent s'adapter plus facilement et rapidement à un épisode à caractère différent (Leong et al. 1989 ; Martin, 1991).

Bien entendu, lorsqu'un individu développe un script pour une situation donnée, il se trouve par le fait même à développer ou à changer sa perception par rapport à cette même situation. Allant de pair avec la théorie des scripts cognitifs vient donc celle abordant les processus impliqués dans le changement de perception. Cela va de soi puisque le

script gardé en mémoire ainsi que la situation qu'il concerne s'accompagnent d'une perception particulière. Cette perception peut être positive ou négative et dépendra de plusieurs facteurs à la fois propre à la situation et à l'individu. En effet, l'épisode vécu ainsi que ses acteurs constituent des stimuli reçus par l'individu, qui amorce alors des processus "médiateurs". Ce sont ces processus qui feront par la suite en sorte que la perception reliée à la situation changera ou non, tout en déterminant l'amplitude du changement. Ces processus peuvent être d'ordre cognitif, affectif et/ou comportemental (Petty & Wegener, 1997). Cette analyse tripartite des perceptions a souvent été utilisée en psychologie en raison de sa commodité pour comprendre plusieurs phénomènes attitudinaux (Breckler, 1984 ; Katz & Stotland, 1959). La catégorie cognitive contient les pensées, la catégorie affective les émotions et sentiments, et la catégorie comportementale les actions ou intentions d'agir. Dans le cadre de l'étude entreprise, l'attention est portée principalement sur les aspects cognitif et émotionnel de le développement de la perception (et du script) et dont il sera discuté plus loin.

Bien entendu, les implications de ces théories ont des répercussions particulièrement intéressantes en affaires, où les entreprises cherchent à créer une expérience client satisfaisante et en mesure de fidéliser leurs consommateurs. Étant donné le pouvoir qu'ont les perceptions de déterminer les actions des consommateurs, il n'est pas étonnant que des milliards de dollars soient justement dépensés dans le but d'influencer celles-ci (Petty & Wegener, 1998). En effet, les perceptions et les scripts cognitifs peuvent aider à expliquer comment les individus interprètent un contexte de consommation particulier ainsi que la manière dont ils se comportent dans ce dernier. Notons cependant au sujet des scripts cognitifs que les études réalisées ont jusqu'à maintenant uniquement porté sur l'activation des scripts, et non sur leur formation (Leong et al.

1989 ; Balasubramanian et al. 2005). Hors, ce mémoire traite non seulement de l'activation mais également du **développement** des scripts cognitifs.

De plus, depuis l'explosion relativement récente du commerce en ligne, ces mêmes entreprises qui jadis faisaient leurs affaires de manière classique doivent désormais se battre sur deux fronts, passant graduellement d'un mode d'affaire classique vers la vente en ligne. Ainsi les affaires en ligne prennent aujourd'hui de plus en plus de place dans l'économie, rendant ce domaine d'affaires d'autant plus pertinent pour la recherche. Mentionnons notamment que l'indice du commerce électronique au Québec (ICEQ), mesurant à chaque mois la proportion d'acheteurs en lignes et la valeur totale des achats est en constante augmentation. Par exemple, en juillet 2012, la proportion de cyberacheteurs au Québec atteignait 29,5%, soit la plus haute mesure depuis juillet 2007 (début du calcul de l'indice).

Cependant, les nombreuses études ayant porté sur les scripts des consommateurs, qu'ils soient experts ou novices, ont jusqu'à maintenant uniquement porté sur les scripts cognitifs dans un contexte hors-ligne. L'achat sur le web est différent du modèle d'affaires classique par le fait qu'il n'y ait plus de vendeur physique entre l'acheteur et le produit, sans oublier que le consommateur est le plus souvent tout seul dans son environnement immédiat lors de l'achat. Réaliser une étude sur les scripts cognitifs activés en ligne permettrait donc d'abord de mieux comprendre le processus relié au développement de ces derniers. De plus, cela pourrait éventuellement permettre aux gestionnaires d'entreprises disposant d'une plateforme de vente électronique d'offrir une expérience client mieux adaptée et plus susceptible de fidéliser leur clientèle.

De plus, les études réalisées précédemment sur les scripts cognitifs n'utilisaient pas les d'équipements neurophysiologiques récemment mis à la disposition des chercheurs. Or, ces derniers permettraient d'approfondir le corpus de connaissances sur les scripts cognitifs à l'œuvre dans le cerveau humain. Grâce à ces technologies, il a été suggéré notamment que certaines régions du cerveau en particulier sont responsables des associations entre les stimuli externes d'un nouvel épisode et les scripts gardés en mémoire (Bar, 2009). Ce mémoire va donc dans un premier temps permettre d'aborder les scripts cognitifs en ligne avec une approche neurophysiologique. De plus, rappelons qu'il constitue une opportunité de se pencher pour une première fois sur le développement des scripts cognitifs plutôt que d'observer leur activation uniquement.

Objectifs de recherche

Tel que mentionné précédemment, la théorie des scripts cognitifs existe depuis une trentaine d'années et a déjà été étudiée dans un contexte d'achat classique. L'objectif de cette recherche est toutefois d'aller plus loin en analysant également les différences quant au **développement** de ces scripts cognitifs en contexte de navigation et d'achat en ligne. Cela constituera par le fait même une première application des neurosciences à ce contexte, d'où l'aspect novateur de ce mémoire. En effet, les appareils tels que l'électroencéphalogramme ont jusqu'ici uniquement été utilisés pour évaluer des tâches de mémorisation ou encore dans un contexte militaire plutôt que de marketing (Berka et al, 2007 ; Wilson, 2001). Ces outils seront donc mis à profit afin de tenter d'observer des différences neurophysiologiques entre un individu développant une expertise d'achat plus en profondeur (un script spécifique), et un autre développant une expertise d'achat plus généralisée (un métascript avec

plus d'éventualités mais moins de détails). Afin d'observer ces différences, plusieurs mesures neurophysiologiques seront utilisées. Il sera ainsi possible de déterminer quelles mesures sont les plus représentatives des différences au niveau de l'activité affective et cognitive. La nature de l'étude entreprise est donc exploratoire (voir la section portant sur la méthodologie). Finalement, en ce qui concerne la perception par rapport à l'expérience d'achat vécue, l'activité neurophysiologique reliée aux processus médiateurs du changement de perception pourra être observée directement, en évaluant séparément l'aspect cognitif et affectif à l'aide de nouveaux outils. En somme, ce mémoire vise à répondre aux objectifs suivants:

OBJECTIFS

- Déterminer si une expertise plus généralisée fait en sorte que le script développé est plus riche, c'est-à-dire qu'il comporte plus d'éventualités et/ou d'actions ou non.
- Déterminer si durant le développement de l'expertise d'achat (donc du script) et de la perception qui y est reliée, l'activité affective et cognitive diffère selon le type d'expertise en cours de développement, à savoir générale ou spécifique.
- Une fois l'expertise développée et lorsque confronté à une situation nouvelle, déterminer si l'activité affective et cognitive diffère selon le type d'expertise développée, à savoir générale ou spécifique.

Le reste du mémoire sera structuré de la manière suivante. Tout d'abord, une revue de littérature mettra en perspectives les différentes théories se combinant afin de former le modèle de recherche. Par la suite, le modèle de recherche en tant que tel sera exposé, suivi de la méthodologie encadrant l'étude entreprise. Finalement, le lecteur trouvera une

discussion sur les résultats de l'étude ainsi que des pistes de recherche dans la dernière section.

Chapitre 2: Revue de littérature

Objectifs de la revue de littérature

La revue de littérature permet de définir la place que prend ce mémoire au sein des domaines de la psychologie, du commerce électronique et des neurosciences. Elle débute avec un recensement des écrits portant sur les théories de psychologie mentionnées en introduction. Elle traite donc des théories des scripts cognitifs, des novices et experts et du changement de perception. Puis, les scripts cognitifs sont abordés avec une perspective de marketing, qui est ensuite portée vers le Web et son importance dans la section suivante. Finalement, la revue articles pertinents à l'étude se termine avec une présentation de différentes recherches portant sur la neurophysiologie. Cette section permettra au lecteur de comprendre ce qui permet d'inférer sur les différentes mesures de l'activité affective et cognitive telles que décrites précédemment.

Théories issues du domaine de la psychologie

Scripts cognitifs

Le sujet de ce mémoire a pour fondement le domaine de la psychologie, plus particulièrement du côté de la cognition en traitant des scripts. En psychologie moderne, cette étude des mécanismes sous-jacents à l'apprentissage chez l'homme ne date pas d'hier, les premières incursions dans le domaine évoquant d'abord le concept de schéma mental en tant qu'une structure mentale permettant de regrouper des idées (Piaget, 1926). Les schémas mentaux représentent également la compréhension

que se fait un individu du monde qui l'entoure: ce sont les schémas mentaux d'un individu, les liaisons entre ces derniers, les méta-schémas et les sous-schémas qu'ils contiennent qui lui permettent de comprendre son environnement et de structurer les idées (Bartlett, 1932). Les schémas mentaux font également en sorte que nous reconnaissons les choses qu'on a vues auparavant (Abelson, 1981). Aussi, Anderson (1977) précise qu'un schéma mental n'est jamais cristallisé, car il change au fur et à mesure que des nouvelles informations sont analysées. Plus un individu acquiert d'expérience dans un domaine particulier, plus ses schémas mentaux comporteront d'éventualités conditionnelles, et gagneront en spécificité et de profondeur. En effet, chaque schéma peut être contenu dans un autre schéma et ainsi de suite, d'où la structure des idées. Cette structure elle-même n'est pas immuable, et lorsque des informations entrantes requièrent la restructuration d'un concept, les schémas peuvent être réorganisés. Ces changements et l'amélioration des schémas dépendent donc des informations additionnelles qui sont prises en compte dans le temps, mais aussi du potentiel de développement cognitif propre à l'individu (Shute, 1996).

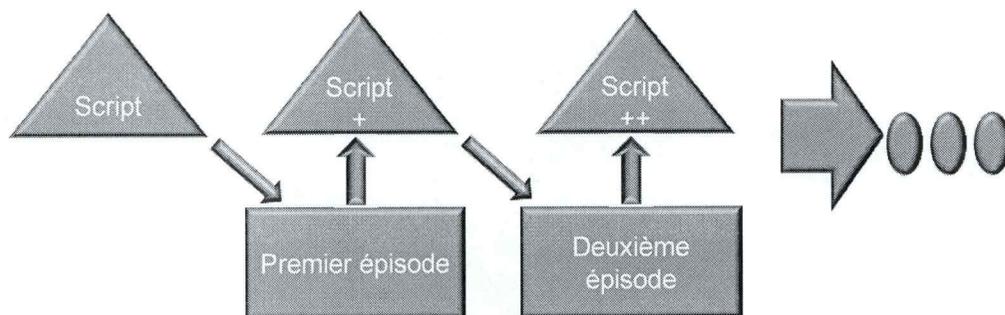
Il existe plusieurs catégories de schémas mentaux. Par exemple, les schémas de rôles représentent nos attentes envers les gens dans différents rôles ou catégories sociales. Nous utilisons également des schémas reliés à la perception de soi et de celle qu'ont les autres lors du traitement des informations qui nous concernent personnellement. Finalement, un autre type de schéma mental est tout aussi crucial à la structuration des idées et à l'adoption d'un comportement approprié à la situation: il s'agit des schémas événementiels, soient les scripts cognitifs décrits précédemment.

Ce sont Shank & Abelson (1977) qui ont précisé le concept de schéma mental en référant particulièrement au type de schéma dit *événementiel*, qui permet d'expliquer comment la connaissance d'événements plus complexes est représentée mentalement et remémorée. Ils furent les premiers à qualifier cette structure de connaissance d'un événement en lui donnant le nom de script. Un script est donc une séquence gardée en mémoire d'actions temporellement ordonnées et menées dans un but précis. Un script peut également inclure à la fois les gens, objets et endroits pertinents au déroulement de la séquence (Sutherland, 1995 ; Bower et al, 1979). Ils peuvent aussi être décrits comme étant une image mentale avec des sous-titres explicatifs (Abelson, 1981) d'une situation donnée. Aussi un script gardé en mémoire concerne donc des activités routinières et au travers de l'apprentissage continu, l'application des scripts aux situations de la vie réelle devient automatique (Bozinoff & Roth, 1983).

Vient donc la notion d'effort relié à l'activation ou le développement de ces mêmes scripts. Grâce aux scripts cognitifs, l'interprétation automatique d'une situation connue et les actions entreprises de la même manière sont faites sans effort. À l'inverse, l'apprentissage d'une nouvelle situation requiert une attention plus particulière et un effort cognitif certain. Le développement du script est donc effectué de manière consciente, alors que son activation ne requiert qu'un minimum de pensée consciente. Dans le cas d'une visite au restaurant, par exemple, ce n'est que lorsque la séquence d'événements diffère de celle attendue (si aucun menu n'est fourni au restaurant) que la pensée consciente prend le dessus et qu'on demandera l'assistance du serveur pour commander, permettant ainsi de continuer la séquence d'activités prévues ou *scriptées* (Erasmus et al, 2002). Il peut donc avoir plusieurs éventualités conditionnelles dans le script, offrant des alternatives aux procédures normales. Ce sont ces

mêmes actions *scriptées* qui produisent font qu'il n'est pas nécessaire de mémoriser les actions de chaque situation similaire par la suite. Une nouvelle situation fait en sorte soit que de nouvelles actions s'ajoutent au script existant, soit qu'un script spécialisé se crée (voir figure 1 pour une représentation graphique). Les scripts activés le sont donc de manière automatique et réduisent l'effort et la surcharge d'information en portant une attention sélective aux informations et stimuli entrants (Taylor et al, 1991 ; Bozinoff, 1982). Aussi, les scripts servent non seulement à être activés de manière inconsciente en situation routinière, mais aident également lorsque confronté à des situations qui sont nouvelles mais partageant toutefois certains éléments communs avec un de nos scripts. En se remémorant un script généralisé, il est possible de faire les inférences nécessaires et de remplir les informations manquantes lorsque confronté à une situation nouvelle (Vosniadou, 1996).

Figure 1: Schéma illustrant la théorie des scripts



Distinction entre novices et experts

La prémisses principale de la théorie des novices et experts (Martin, 1991) concerne l'effort cognitif et l'automatisme. En résumé, pour effectuer une même tâche, les experts sont tout simplement plus efficaces que les novices, tel que mentionné précédemment. L'expert effectue les mêmes tâches plus rapidement, sans pour autant baisser la qualité de sa performance. C'est la répétition ou la pratique de la tâche qui amène l'expertise, que la nature de la tâche soit cognitive ou sensorimotrice. Plusieurs types de tâches différentes ont en effet été étudiées (Newell & Rosenbloom, 1981). Pour presque chacune d'entre elles, le temps d'exécution décroît exponentiellement avec la répétition de la tâche selon la fonction suivante (voir figure 2):

$$T = ae^{-b(P-1)} + c$$

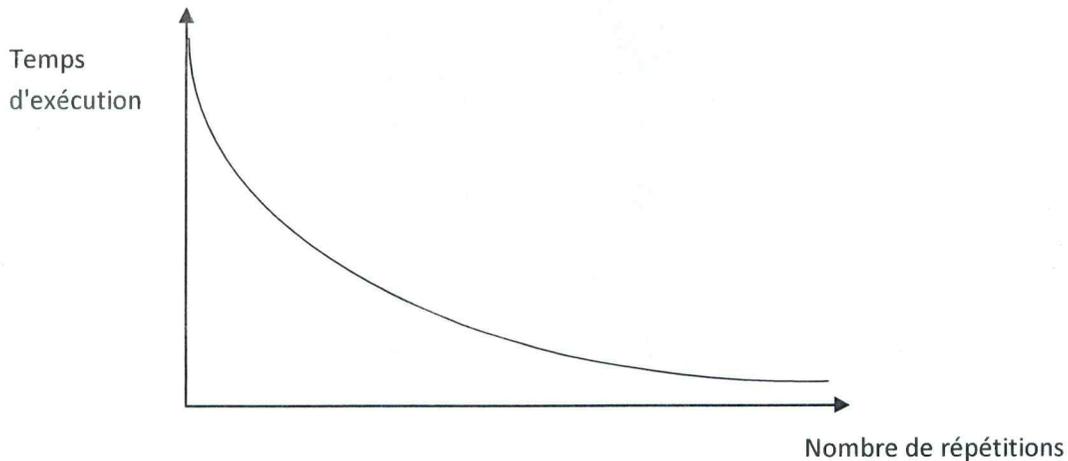
Où

T = Temps d'exécution

P = Nombre de répétitions de la tâche
 a , b , et c , sont des constantes

Le fait que cette relation entre la répétition et l'efficacité se retrouve dans pratiquement chaque tâche démontre que cette relation est une propriété fondamentale de l'apprentissage.

Figure 2: Relation entre le temps d'exécution d'une tâche et le nombre de répétitions de cette dernière



Le caractère exponentiel de la décroissance du temps d'exécution a été interprété comme une démonstration que l'amélioration du temps d'exécution devient de plus en plus difficile, ou encore que les plus grands gains d'efficacité sont réalisés en premier. L'implication de ce résultat est que les gains d'efficacité peuvent être attendus après relativement peu de répétition d'une même tâche (Alba & Hutchinson, 1987) ou encore qu'un script cognitif deviendrait facilement accessible en mémoire.

Mais pourquoi la répétition est-elle la source des gains d'efficacité démontrée par l'expert? Pour une même tâche, l'expert fera preuve de beaucoup plus d'automatisme, c'est-à-dire qu'il l'effectuera avec un effort minimal et sans contrôle conscient (Zacks, 1979). Il n'aura donc pas besoin de la même attention que le novice pour l'effectuer. De plus, l'expert, de par le caractère inconscient du traitement de l'information liée à une tâche connue, a plus de ressources cognitives disponibles pour d'autres tâches concurrentes. Cela améliore donc également sa performance globale lorsque plusieurs tâches doivent être réalisées à la fois. Cette théorie de l'automatisme libérant des ressources cognitives

(Hirst et al, 1980 ; Navon, 1984 ; Shiffrin & Dumais, 1981) va d'ailleurs de pair avec celle des scripts cognitifs. En effet, lorsqu'un individu est confronté à plusieurs épisodes ou situations du même genre et que son script cognitif correspondant s'enrichit des éventualités rencontrées, il est justement en train d'acquérir graduellement l'expertise (et le script) faisant en sorte qu'il ne réagira plus à ce genre de situation comme un novice le ferait, c'est-à-dire sans automaticité et en requérant davantage de ressources cognitives. Aussi l'ampleur de l'expertise acquise dépend-elle du potentiel de développement cognitif de l'individu, tout comme dans le cas du développement d'un script cognitif (Shute, 1996). Il va donc de soi que les scripts varient en force et en spécificité (Bozinoff & Roth, 1983 ; Abelson, 1981), et que ces derniers se renforcent au fur et à mesure que l'expertise se développe.

La notion d'expertise mise en parallèle avec la théorie des scripts met donc non seulement en évidence la distinction entre expert et novice, mais donne également une piste quant à la différenciation entre experts d'un même domaine, en comparant le type d'expertise acquise. Par exemple, il est facile de différencier l'expert du novice quand à l'utilisation d'un système d'exploitation; l'expert connaîtra des fonctions et des raccourcis que le novice n'aura pas eu la chance de découvrir, car le premier a passé beaucoup plus d'heures à l'utiliser et a fort probablement dû résoudre plus de problèmes. Pour un même problème, le script de l'expert comporte plus d'éventualités conditionnelles ainsi que de profondeur pour un même problème à diagnostiquer. En partant du même exemple, deux individus ayant acquis une certaine expertise en système d'exploitation n'entreprendront toutefois pas la même séquence d'actions scriptées face au même problème. Supposons que le premier ait suivi une formation très approfondie et spécifique sur LINUX uniquement, alors que le deuxième, par curiosité, aurait appris à se

débrouiller avec Windows et LINUX. Confronté à un même problème spécifique à LINUX, le premier expert serait probablement plus efficace. Toutefois, face à un problème avec un autre système d'exploitation, par exemple Mac OS, l'expert ayant acquis une expertise plus généralisée ou latérale serait le plus efficace des deux. La différence d'efficacité dans ces deux situations est due au fait que la nature de l'expertise acquise (et du script développé) par les deux individus n'est pas la même.

Le premier individu ayant suivi la formation LINUX a acquis une expertise qu'on pourrait qualifier d'intrascript, c'est-à-dire une expertise verticale ou en profondeur pour un type de tâche donnée. Dans le deuxième cas, l'expertise développée est plutôt Interscript, c'est-à-dire une expertise latérale ou généralisée pour un type de tâche donnée. Alors que le premier individu a développé un script détaillé portant uniquement sur LINUX, le deuxième a plutôt construit un métascript regroupant les différentes expériences vécues (ou sous-scripts) suite à son utilisation de LINUX et Windows. Un métascript est formé lorsque des expériences séparées, bien qu'elles soient différentes dans les détails, comportent suffisamment de similarités pour être regroupées dans un ensemble cohérent (Abelson, 1981). Le métascript comporte donc moins de profondeur que le script spécifique, mais il comporte cependant plus d'éventualités.

Lorsqu'on est confronté à une nouvelle situation, le schéma mental (dans ce cas-ci le script cognitif) dont les caractéristiques sont les plus près de cette dernière est remémoré afin d'effectuer une comparaison (Piaget, 1926). Si la situation correspond au script, la tâche requise est effectuée de manière inconsciente, telle que scriptée. Toutefois, si le script diffère, il y a apprentissage (et donc effort supplémentaire) et le script se modifie

par la suite. Bien entendu, un individu est moins efficace lorsqu'il est en apprentissage. Revenons à nos deux experts. Le script remémoré par l'expert LINUX sera plus près de la situation spécifique à ce même système, alors que le script de notre connaisseur Windows/LINUX sera susceptible de comporter des éventualités plus près du problème rencontré avec le système Mac OS, étant donné la plus grande similarité entre Mac OS et Windows qu'avec LINUX. En d'autres termes, confronté à une nouvelle situation, l'expert Interscript est plus en mesure de pouvoir adapter un des script spécialisés de son métascript (Forrest-Presley, MacKinnon & Waller, 1985). Face à la même situation, l'autre expert dont le script est plus spécifique devra traiter le nouveau problème de manière plus consciente et en utilisant plus de ressources cognitives. Il devra engager plus de ressources car il ne peut que difficilement adapter son unique script spécialisé pour réaliser la nouvelle tâche avec automaticité. Une fois le parallèle effectué, l'expert Interscript pourra donc plus rapidement reprendre avec des activités qu'il connaît (scriptées) et qu'il sera en mesure de réaliser d'une manière requérant moins de ressources cognitives. C'est sur cette différence d'acquisition d'expertise et ses effets qu'une attention particulière est portée dans l'étude effectuée.

Formation des perceptions et processus médiateurs

Que la nature de l'expertise acquise soit Intrascript ou Interscript, et que l'individu soit en train de modifier un script existant ou de créer un nouveau script spécifique, il demeure toutefois que cet apprentissage s'accompagne d'une foule de stimuli perçus par l'individu. Ce sont ces stimuli qui forgent ou modifient la perception de l'individu par rapport aux actions entreprises dans le script ainsi que son contexte (Petty & Wegener, 1997). De manière générale, une perception est une tendance psychologique exprimée en évaluant une entité ou un concept particulier de manière favorable ou non. Le fait qu'il s'agit d'une tendance

psychologique implique qu'elle est interne à l'individu et peut durer plus ou moins longtemps (Eagly et al, 1998). Étant un état interne, une perception n'est pas directement observable mais est plutôt inférée en observant les réponses externes de l'individu ou encore en utilisant des mesures neurophysiologiques (voir la section à ce sujet). Par exemple, revenons à l'exemple de restauration rapide mentionné en introduction. L'individu qui n'avait jamais été confronté à une situation où il devait choisir lui-même les ingrédients d'un repas préparé devant lui effectuait les actions de son script mémorisé jusqu'à arriver à cet événement. Une fois confronté à ce dernier, il s'y adaptait pour ensuite reprendre les actions de son script gardé en mémoire. Dans le cas d'une personne très introvertie, cela pourrait causer un changement de perception par rapport au fait d'aller manger dans un établissement de restauration rapide. En effet, le nouveau script spécifique développé par l'individu s'accompagne d'un certain malaise ressenti lors de l'interaction prolongée avec l'employé du restaurant lors du choix d'ingrédients. La perception par rapport à cette séquence d'actions effectuées dans ce contexte (et donc ce script spécifique) serait donc plus susceptible d'être défavorable.

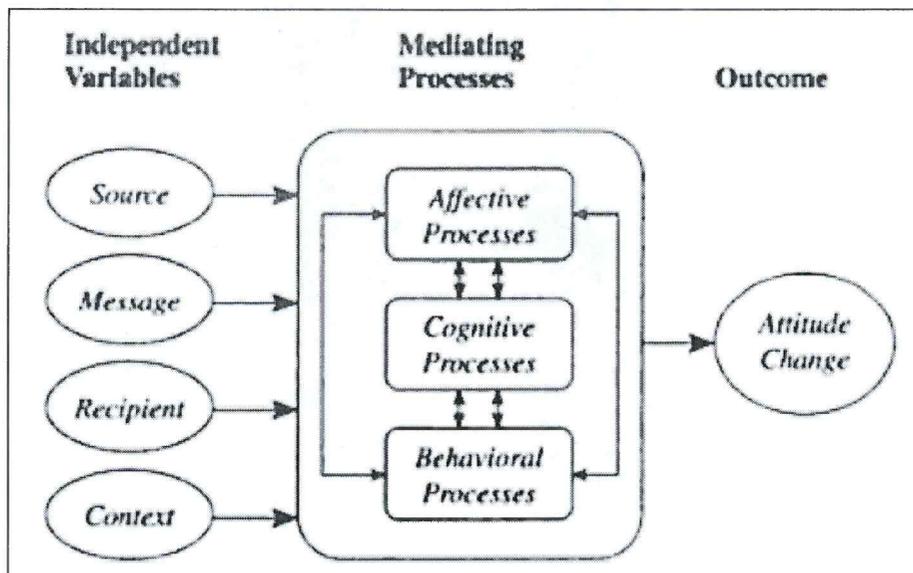
De plus, certains aspects des perceptions sont semblables à ceux des scripts. Par exemple, les scripts cognitifs servent à faire des inférences lorsqu'on est confronté à une situation relativement nouvelle. Il en va de même pour les perceptions, car une perception peut être formée par déduction à partir d'une perception plus générale existant déjà (Prislin et al, 1997). Cela implique également une certaine structure hiérarchique ou encore un niveau de spécificité des perceptions, tout comme c'est le cas pour les scripts. En fait, les perceptions sont la plupart du temps reliées à d'autres perceptions, ou encore à des croyances ou valeurs, formant par le fait même un réseau pouvant être très structuré et élaboré (Feather, 1996).

Mentionnons également que tout comme les scripts peuvent être plus ou moins accessibles, c'est-à-dire qu'ils se ramènent plus ou moins rapidement dans la mémoire ou encore qu'ils se créent avec un niveau variable d'effort, une perception a un niveau d'accessibilité. Plus une activité est répétée et plus la perception devient accessible. Aussi, plus la perception est accessible et plus elle est corrélée avec le comportement de l'individu (Fazio et al, 1982). Ces faits ont amené l'élaboration d'un modèle de traitement automatique de la relation entre les perceptions et le comportement. Lorsqu'un individu remet en mémoire une perception de manière automatique, cela biaise sa perception des objets dans la situation immédiate et son comportement suit ces perceptions sans processus de raisonnement conscient (Fazio, 1986). Puisque le script cognitif a lui aussi comme effet de libérer des ressources cognitives, et qu'il contient également le comportement à suivre pour un contexte particulier, l'analogie est donc plutôt frappante.

Quoi qu'il en soit, tout apprentissage ou stimuli ne cause pas nécessairement un changement de perception chez un individu. C'est ici qu'interviennent les processus médiateurs du changement de perception, présents dans un modèle dérivé des premières recherches de Petty (1977) et Chaiken (1978). Il s'agit d'un modèle générique représentant les divers travaux réalisés dans le domaine de l'analyse médiatrice du changement de perception (Petty & Cacciopo, 1981 ; Chaiken, 1987). Utilisant l'analyse tripartite mentionnée en introduction, ce modèle avance donc qu'une variable indépendante a un effet sur les émotions, les cognitions et les comportements dirigés vers un objet ou situation particulière, qui eux ont par la suite un effet sur la perception envers cet objet ou situation (voir figure 3). Les trois processus médiateurs en

question sont donc les processus affectifs, cognitifs et comportementaux (Petty & Wegener, 1997).

Figure 3: Processus génériques médiateurs du changement de perception



Petty & Wegener, 1997

La perception formée dépend donc de la source du message et de son récipiendaire, mais aussi du contenu du message et du contexte de ce dernier. Une réflexion et des actions sont entreprises, et des émotions sont ressenties par le récipiendaire. Ce dernier forme ensuite sa perception ou la modifie.

Il peut avoir médiation des effets d'une variable (source, message, récipiendaire, contexte) avec n'importe quelle combinaison des trois processus. De plus, la séquence d'activation de ces mêmes processus peut varier. Par exemple, dans la théorie de la dissonance (Cooper & Fazio, 1984) un individu agissant d'une manière différant de sa perception originale (processus comportemental) subira un état de tension

(processus affectif). Cette tension entraînera des pensées (processus cognitif) supportant les actions entreprises, qui finalement résulteront en une perception alignée avec le comportement abordé. En fait, pratiquement chacune des séquences concevables de processus affectifs, cognitifs et comportementaux ont été proposés pour expliquer le changement de perception chez un individu (Petty & Wagener, 1997). Ajoutons à cela que les bases affectives, cognitives et comportementales de la perception formée par un individu peuvent être indépendantes (Zanna & Rempel, 1988). Il serait donc possible de détecter l'activation de ces processus indépendamment en observant les réponses neurophysiologiques qui y sont reliées (voir la section portant sur les mesures neurophysiologiques plus loin dans la revue de littérature).

Une implication pour les entreprises: théorie des scripts et marketing

Potentiel de la théorie des scripts appliquée à l'étude du comportement des consommateurs

Selon Erasmus et al (2002), les bénéfices de l'application des théories des scripts et de l'expertise dans le domaine du marketing sont bien présents autant pour les consommateurs que pour les détaillants:

- Pour les consommateurs, la compréhension de leur script d'achat par les détaillants ferait en sorte que le service à la clientèle qu'ils reçoivent puisse être mieux planifié et approprié, au lieu d'être fastidieux et insurmontable comme c'est souvent le cas actuellement.
- Pour l'industrie du détail, les scripts peuvent aussi fournir les informations permettant de mieux planifier les stratégies marketing,

en fournissant une réflexion plus réaliste du processus décisionnel tel qu'il est perçu par le consommateur, en plus de fournir une expérience d'achat plus agréable.

En contexte de consommation, puisque les scripts contiennent une séquence d'événements ordonnancés d'un point de vue propre à l'individu (Abelson, 1981), ils peuvent fournir des informations sur les habitudes d'achat. Après tout, un consommateur est avant tout un individu fonctionnant avec les mêmes mécanismes psychologiques que ceux énoncés précédemment, ce qui peut avoir des implications particulièrement intéressantes en marketing. Tout comme dans l'exemple de restauration rapide abordé en introduction, le consommateur utilise des scripts cognitifs afin de ne pas avoir à apprendre à nouveau le comportement approprié requis à chaque nouvel achat (Martin, 1991).

Dans une situation où les stimuli perçus diffèrent du script en mémoire chez un individu, ce dernier devra effectuer un apprentissage. Hors, dans un contexte de consommation, lorsqu'il y a écart entre les stimuli perçus et le script, le script gardé en mémoire fera en sorte que l'individu sera porté à agir conformément à son script plutôt que de fournir l'effort additionnel nécessaire à l'adaptation et l'apprentissage (Erasmus et al, 2002). Cela nous rappelle donc que les consommateurs ont tendance à agir conformément à ce qu'ils connaissent et ce qu'ils peuvent effectuer de manière automatique. Ils sont réticents à l'acceptation de nouveaux produits ou manières de faire leurs achats et sont constamment poussés à revenir à des activités qui sont reliées à leur routine, c'est-à-dire à des tâches scriptées (Bozinoff & Roth, 1983). De plus, la compréhension des scripts cognitifs en contexte de consommation pourrait aider à comprendre comment influencer les comportements d'achat, car un script peut être une représentation mentale d'un événement de consommation particulier (Bozinoff, 1982).

Mentionnons également que la réduction de l'effort cognitif requis et l'augmentation de l'automatisme d'une tâche devraient contribuer à la fidélisation des consommateurs dans plusieurs situations. Cela est possible parce que l'acquisition de compétences spécifiques à un produit ou une plateforme d'achat, aussi simples soient-elles, peut être vue comme un coût initial significatif advenant le passage d'un produit (ou d'une plateforme d'achat) connu vers un autre qui ne l'est pas (Alba & Hutchinson, 1977). Cet apprentissage relié à une plateforme d'achat spécifique amène donc un effet de verrouillage du consommateur. Une fois l'apprentissage effectué, les visites du même site Web sont plus rapides et plus susceptibles de générer un achat qu'une autre visite sur un nouveau site (Johnson, Bellman & Lohse, 2003). C'est ce gain d'efficacité qui fait en sorte que le consommateur est porté à réutiliser la plateforme qu'il connaît déjà pour faire ses achats ou effectuer une tâche particulière.

Il va sans dire que l'application et l'avancement des théories de psychologie dans un contexte de consommation classique demeure très pertinent. Toutefois serait-il intéressant de les appliquer dans un contexte aussi florissant que celui des achats en ligne. La prochaine section permettra au lecteur de mieux comprendre l'ampleur du phénomène du commerce électronique au Québec ainsi que la pertinence de l'application des théories de psychologie à ce domaine.

Évaluation du développement des scripts via les mesures neurophysiologiques

Jusqu'à maintenant, les dimensions affective et cognitive du développement des scripts et perceptions étaient habituellement mesurées après intervention. En effet, les participants à une étude ne pouvaient décrire qu'après coup la difficulté qu'ils avaient eu à effectuer une tâche ou encore la présence ou non d'un apprentissage lors de cette dernière. Les résultats étaient donc influencés par un biais de la mémoire des sujets, devant décrire des événements survenus parfois plusieurs minutes plus tôt. De plus, certains processus sont inconscients et donc difficilement mesurables de cette manière. Hors, il est aujourd'hui possible d'inférer les effets d'une charge émotionnelle ou cognitive directement dans le corps humain et ce, en temps réel. L'activité affective et cognitive causent des réactions spécifiques d'un point de vue physiologique et/ou neurologique, tel qu'il sera expliqué plus loin. Ces différentes réactions et leur fonctionnement, ainsi que les éventuelles manières de les repérer, constituent l'essentiel de cette présente section.

L'activité électrodermale et la dimension affective

Les réponses de conductance de la peau (Galvanic Skin Responses ou GSR) sont une mesure de l'activité électrodermale (Electrodermal Activity ou EDA). La sueur sur la peau d'un individu, aussi minime soit-elle, est en mesure de conduire un courant électrique. À l'aide d'un amplificateur envoyant un voltage sur la peau du sujet via deux électrodes généralement placés dans sa paume, le courant qui la traverse peut donc être perçu et enregistré en temps réel. Le voltage est imperceptible par le sujet en raison de sa très faible intensité. La raison pour laquelle les électrodes sont placées sur la paume du sujet est que les glandes

eccrines (glandes dont le contenu est excrété directement à la surface de la peau) responsables des GSR sont situées dans les paumes et la plante des pieds. Ces glandes sont particulières puisqu'elles réagissent aux stimuli psychologiques plutôt que simplement aux changements de température du corps (Stern, Ray & Quigley, 2001). C'est la raison pourquoi plusieurs personnes ont les paumes froides et moites lorsqu'elles sont nerveuses. Lorsqu'un stimulus causant une augmentation de sueur est perçu par le cerveau, la résistance des glandes eccrines baisse même si la sueur ne se rend pas à la surface de la peau (Mandryk, Atkins & Inkpen, 2006), ce qui rend la réponse repérable. La conductivité de la peau, étant donnée sa faible puissance, est habituellement exprimée en microvolts (un millième de volt). Elle est toutefois très sensible et constitue une des technologies utilisées dans la détection de mensonges.

L'activité électrodermale a été identifiée comme étant linéairement corrélée avec l'excitation (arousal) et les émotions telles que la joie ou la frustration, bien qu'il soit impossible d'inférer la nature de l'émotion ressentie chez le sujet (Lang, 1995). Une hausse du niveau de conductance de la peau dénote donc augmentation de l'excitation ressentie dans les dix dernières secondes, mais il est impossible de conclure si la valence de l'émotion est positive ou négative.

De plus, Ward & Marsden (2003) ont démontré, dans le cadre d'une étude utilisant les GSR pour évaluer la réaction à un interface de site Web, qu'un interface mal conçu cause une hausse graduelle du niveau de conductivité de la peau de par la frustration éprouvée par les usagers, alors qu'un site Web qui s'utilise mieux fait en sorte que la conductivité de la peau reste relativement stable chez l'utilisateur.

Il faut cependant être prudent avec les mesures de conductivité de la peau en raison de la vaste différence entre les individus au niveau biologique. En effet, certaines personnes ont une conductivité de la peau très faible, alors que d'autres ont tendance à suer davantage. Pour cette raison, il importe de prendre en compte la spécificité biologique des sujets (Cacioppo, 2000). Le signal de conductance de la peau est donc divisé en deux signaux. Le premier est le signal tonique et sert de référence. C'est le niveau de conductance de la peau de référence, au repos ou encore en absence d'événement particulier. C'est ce signal qui varie selon l'individu, et il se situe habituellement entre 10 et 50 microvolts. L'autre signal est le signal phasique, et ce dernier dépend des événements survenant au cours de l'expérience. Lorsqu'un stimulus est perçu, le signal phasique augmente pendant 10 à 20 secondes, pour finalement revenir au niveau tonique (qui lui est spécifique au sujet). En tenant compte du signal tonique, les réponses de conductance de la peau peuvent ainsi être détectées (Boucsein, 1992). Aussi, non seulement le nombre de réponses est-il représentatif de la quantité de pics d'émotions ressentis et donc d'une certaine instabilité, mais l'amplitude de la hausse du signal illustre également l'ampleur de cette même émotion.

Finalement, tel que mentionné précédemment, un individu qui est en apprentissage conscient (le novice) est plus en mesure de percevoir les divers stimuli causant les GSR étant donné l'attention particulière dont il fait preuve. Il est aussi plus engagé émotionnellement dans sa tâche que l'expert qui l'effectue avec automaticité. Se faisant, le novice est plus susceptible de ressentir une excitation que l'expert. De plus, l'expert Intrascript confronté à une nouvelle situation d'achat fera preuve de moins d'automaticité et démontrera possiblement une plus grande charge émotionnelle que l'expert Interscript. En effet, l'expert Interscript dispose

d'une plus grande variété d'éventualités conditionnelles avec lesquelles il peut faire un parallèle et est donc moins surpris, la surprise étant d'ailleurs une autre source de réponse galvanique de la peau.

L'électroencéphalographie et l'activité cognitive

Les autres processus à l'œuvre dans le développement d'un script et d'une perception sont de nature cognitive. À l'aide des plus récentes technologies dans le domaine des neurosciences, il est possible d'observer l'activité cérébrale afin de déterminer si le sujet observé est en train de déployer des ressources cognitives. Il s'agit de l'électroencéphalogramme (EEG). Les plus récentes avancées neuroscientifiques démontrent que le cerveau humain est proactif (Bar, 2009): lorsque confronté à une nouvelle situation, le cerveau tente de faire correspondre l'information entrante à une représentation similaire gardée en mémoire. En faisant cette analogie, l'information qui y est associée est déclenchée, générant une prédiction de ce qui devrait se produire ensuite. Cette même analogie correspond justement à l'activation d'un script cognitif et peut être détectée dans le cerveau en raison de l'activité électrique spécifique qu'elle déclenche dans certaines zones de ce dernier.

Par exemple, l'activité détectée dans la région frontale du cerveau est associée à la charge de travail cognitif (Bar, 2009 ; Bar & Neta, 2008) et donc à la quantité de ressources cognitives déployées par l'individu. Situé sur cette zone frontale, le site Fz (Jensen & Tesche, 2002) est également représentatif de l'activité reliée à la mémoire court terme. Cette activité se détecte sous la forme d'un courant électrique capté par un électrode situé à des emplacements spécifiques du cuir chevelu, à la

même manière que pour les réponses de conductance de la peau. Le site auquel cette étude s'intéresse plus particulièrement est donc le site Fz.

Pour en revenir à la théorie des novices VS experts, lorsque le novice acquiert de l'expertise et qu'il effectue ses tâches avec de plus en plus d'automatisme, les zones du cerveau étant activées changent (Hill & Schneider, 2007). Les changements se produisent principalement dans la région frontale, responsable du contrôle des tâches, de l'apprentissage et de la mémoire, et dans la région pariétale, responsable de l'attention. Lorsqu'un individu a appris en profondeur l'exécution d'une tâche tel qu'expliquée par Alba & Hutchinson (1987), le passage vers un traitement automatique des informations se traduit donc par une charge de travail cognitif plus faible. L'expert démontrera donc moins d'activité cérébrale aux sites frontaux et pariétaux (Schneider & Chen, 2003).

Afin de pouvoir comprendre la signification des mesures présentées dans la section portant sur la méthodologie, il importe d'aborder la notion de bandes de fréquence et de la puissance contenue dans ces mêmes bandes. Tel que mentionné précédemment, l'électroencéphalogramme mesure les infimes impulsions électriques traversant notre cerveau et pouvant être détectées sur le cuir chevelu. Le signal est en fait une oscillation électrique de fréquences diverses, qu'il est possible de séparer. En effectuant une transformation de Fourier (Fast Fourier Transform ou FFT) qui détermine la densité spectrale du signal (ou la puissance), il est possible de connaître la proportion du signal électrique contenue dans une fréquence spécifique (Cacioppo et al, 2000). L'activité de certaines bandes de fréquences est associée à divers états mentaux. Par exemple, une augmentation de la puissance électrique dans la fréquence Bêta, soit

la fréquence oscillant entre 13 et 30 hertz, est associée à une augmentation de l'état d'alerte et un plus haut niveau d'engagement dans la tâche (Freeman et al, 1999).

La recherche dans le domaine des neurosciences est encore toutefois au stade où différentes mesures et index doivent être considérés pour déterminer lesquels sont les plus représentatifs des différents phénomènes cognitifs observés. Par exemple, Pope et al (1994) utilisent un index combinant les pouvoirs des sites Pz, Fz, P3 et P4 (responsables de l'effort cognitif) et utilisant le ratio du pouvoir contenu dans les fréquences Bêta / (Alpha + Thêta), puisque l'augmentation du travail cognitif se répercute sur la fréquence Bêta alors que sa diminution semble se répercuter sur les bandes Alpha et Thêta. Ces différents ratios testés au fil du temps constituent donc des mesures tentant de représenter un niveau d'engagement cérébral élevé ou faible, et peuvent aussi servir à déterminer l'état de distraction d'un sujet (Berka, 2007).

En résumé, une augmentation de l'effort cognitif est associée à une hausse de l'activité cérébrale survenant dans les lobes frontal et pariétal, l'individu devant utiliser davantage sa mémoire et faisant preuve de plus d'attention. Du côté des fréquences, une augmentation du pouvoir dans la fréquence Bêta est associée à une augmentation de la charge cognitive, alors que pour Thêta (site Fz) il s'agit généralement d'une indication d'un état d'alerte très bas ou d'une baisse du traitement de l'information (Alluisi et al, 1977).

Lors de l'apprentissage, l'activité électrique devrait donc être supérieure dans ces sites du cerveau et dans la fréquence Bêta plutôt que Thêta.

Une fois l'expertise acquise, l'exécution des tâches deviendrait automatique et le recours à la mémoire court terme produirait moins d'activité cérébrale, puisque la récupération du script est faite de manière inconsciente par l'expert. Les détails quant à la manière de calculer ces mesures sont présentés dans la section portant sur la méthodologie.

L'électrocardiogramme et l'effort mental

L'électrocardiogramme est un outil bien connu qui analyse les battements cardiaques et utilisé en médecine traditionnelle. Dans les vingt dernières années toutefois, il a été largement utilisé et documenté en psychophysiologie, avant l'électroencéphalogramme dont l'utilisation est plus récente. Différentes mesures sont issues de cet appareil, tel que le rythme cardiaque ou encore la variabilité du rythme cardiaque (Heart Rate Variability ou HRV). Entre autres, le rythme cardiaque a été utilisé dans le domaine militaire pour analyser les effets du vol sur les pilotes et leurs capacités, notamment dans des simulateurs de mission (Roscoe, 1992).

Typiquement, plus la charge de travail ou l'effort mental est important, plus le rythme cardiaque augmente (Roscoe, 1992 ; Wilson, 2001 ; Svensson & Wilson, 2002). La charge de travail mental est la différence entre la capacité qu'a un individu de traiter l'information qui lui est présentée et celle requise pour la réalisation d'une tâche à un moment donné (Gopher & Donchin, 1986). Par exemple, les phases de décollage et d'atterrissage d'un aéronef demandant un plus grand effort mental et représentant donc une plus grande charge de travail mental, il en résultait une augmentation du rythme cardiaque lors de ces phases de simulations de vol que lors du simple maintien en l'air de l'appareil. La variabilité du rythme cardiaque, quant à elle, diminuait lors d'effort mental plus

important (Mulder 1988 ; Rivecourt et al, 2008). Cette variabilité est représentative de changements dans la balance du système nerveux autonome.

En effet, un effort mental plus grand résulte en une diminution dans l'activité parasympathique (ou vagale) du système nerveux, celle qui est involontaire et régule les organes du corps, alors qu'il augmente l'activité sympathique, celle qui prépare le corps humain à l'action. Il en résulte donc des réactions périphériques affectant le rythme cardiaque, la respiration et la pression artérielle, les faisant augmenter avec l'effort mental (Mulder & Mulder, 1987). Aussi, plus la charge de travail est grande, plus il y a réduction de la capacité mentale de l'individu à effectuer les tâches qu'il doit accomplir et plus l'individu requiert l'activation de son système sympathique. Cela se répercute négativement sur sa performance lors de la réalisation de la tâche (Svensson & Wilson, 2002).

La variabilité du rythme cardiaque peut être mesurée selon deux grandes familles de techniques; l'une étant portée sur le temps et l'autre, sur les fréquences. On peut, par exemple, utiliser l'intervalle inter-battement (Inter-Beat Interval ou R-R), soit le laps de temps s'écoulant entre chaque cycle complet de battement du cœur, et ensuite analyser les variations de ces derniers sur un certain laps de temps. On peut également utiliser les fréquences dérivées du signal fourni par l'électrocardiogramme, tout comme pour l'électroencéphalogramme. L'analyse spectrale des séries R-R permet d'évaluer la contribution de l'activité sympathique et parasympathique dans la variation du rythme cardiaque, en séparant le signal en fréquences spécifiques. Ces fréquences peuvent être réparties en trois bandes associées à des mécanismes de contrôle biologique (Kramer, 1991).

La bande de fréquence basse (0,02 à 0,06 Hz) est principalement reliée à la régulation de la température corporelle (Kitney, 1980) et à l'adaptation à des changements graduels dans les caractéristiques des tâches effectuées (Mulder & Mulder, 1987). La bande de fréquence moyenne (0,07 à 0,14 Hz) est caractéristique des fluctuations dans le contrôle à court terme de la pression artérielle, et très corrélée avec les changements momentanés de cette dernière. (Van Roon et al, 2004). Enfin, la bande de fréquence élevée (0,15 à 0,40 Hz) correspond aux fluctuations respiratoires (Kramer, 1991). De manière générale, les bandes de fréquences ECG (pour électrocardiogramme) les plus pertinentes à l'étude entreprise sont les bandes moyenne et élevée, puisque la variabilité du rythme cardiaque dans ces dernières diminue avec une hausse de l'effort mental (Veltman & Gaillard, 1993 ; Boucsein & Backs, 2000)

Il faut toutefois mentionner que puisque les mesures rapportées par l'électrocardiogramme sont influencées par d'autres facteurs tels que l'activité physique et la respiration, l'estimation de la charge de travail mental devrait être basée sur plusieurs mesures différentes (Veltman & Gaillard, 1996), d'où la pertinence d'utiliser conjointement l'électroencéphalogramme et l'électrocardiogramme dans une étude.

D'autres ont également utilisé les réponses galvaniques de la peau pour les comparer aux résultats fournis par l'électrocardiogramme, soutenant que ces réponses sont aussi une approximation de l'activité sympathique du système nerveux autonome. Veltman et Gaillard (1996) ont ainsi démontré que du point de vue de l'effort mental et son influence sur l'activité sympathique, les données fournies par l'électrocardiogramme et le capteur de réponse galvanique de la peau sont très corrélées. Ils ont donc suggéré que ces deux mesures, bien que provenant d'appareils

différents, sont possiblement redondantes. Quoi qu'il en soit, les deux appareils seront utilisés dans cette étude exploratoire.

Chapitre 3: Hypothèses et modèle de recherche

Reprenant le concept de l'analyse tripartite affectif-cognitif-comportemental, le modèle tente de déterminer si le type de script développé influence différemment ces trois dimensions. L'évaluation est effectuée lors du développement du script, mais aussi lorsque confronté à une nouvelle situation une fois l'expertise développée.

Les hypothèses de recherche peuvent être clairement divisées en deux parties. La première concerne la phase de développement du script cognitif, et englobe les hypothèses H1 et H2. La deuxième partie renferme les autres hypothèses (H3, H4, H5 et H6) et se porte quant à elle sur l'individu une fois son expertise développée. Lors du développement du script, le modèle vérifie si le type de script développé influence différemment la quantité et la puissance des émotions ressenties par l'individu (processus affectif), ainsi que l'effort mental qu'il déploie (processus cognitif). Une fois le script développé et que l'individu est confronté à une nouvelle situation, le modèle évalue encore l'activité reliée aux processus affectifs et cognitifs. De plus, l'impact du type d'expertise sur la richesse du script développé (processus comportemental) est cette fois-ci évalué. Finalement, le modèle cherche également à déterminer si le type de script influence différemment la perception envers la nouvelle situation rencontrée. Le reste de cette section présente donc les différentes hypothèses sous-jacentes au modèle ainsi qu'un bref rappel des éléments de littérature supportant leur élaboration.

Tel que mentionné dans la revue de littérature, un script est activé de manière automatique lorsque confronté à une situation connue. Cela réduit l'effort et la surcharge d'informations en portant une attention sélective aux informations et stimuli entrants (Taylor et al, 1991 ; Bozinoff, 1982). Hors, il se trouve que le groupe Interscript est constamment stimulé par de nouvelles situations lors de la développement de son expertise alors que le groupe Intrascript vit la même situation à répétition lors du développement de la sienne. Par conséquent, le groupe Intrascript entre rapidement dans un processus automatique de traitement de l'information alors que le groupe Interscript est en apprentissage constant et plus réceptif aux stimuli. En raison de ce fait,

- H1: **Durant le développement du script**, la fréquence des émotions ainsi que leur niveau est plus élevée chez le groupe Interscript que chez le groupe Intrascript.
- H2: **Durant le développement du script**, l'effort cognitif déployé est plus élevé chez le groupe Interscript que chez le groupe Intrascript.

Deuxièmement, lorsque confronté à une situation nouvelle, puisque le métascript développé par le groupe Interscript permet plus d'éventualités en raison de la variété des situations vécues, l'écart entre le script mémorisé et la réalité sera plus grand dans le cas du groupe Intrascript. En effet, le groupe Intrascript ne connaît les éventualités que d'une seule situation vécue à répétition. Par conséquent, le groupe Intrascript est davantage "surpris" par la nouvelle situation ou contexte que l'expert Interscript, qui est quant à lui davantage en mesure de pouvoir adapter un

des scripts spécialisés de son métascript (Forrest-Presley, MacKinnon & Waller, 1985). L'effort mental et la fréquence des émotions n'est pas la même et à cause de cette différence au niveau de l'expertise,

- H3: **Une fois le script développé et lorsque confronté à une situation nouvelle**, la fréquence des émotions ainsi que leur niveau est plus élevée chez le groupe Intrascript.
- H4: **Une fois le script développé et lorsque confronté à une situation nouvelle**, l'effort cognitif déployé est plus élevé chez le groupe Intrascript.

De plus, puisqu'un individu préfère ce à quoi il est déjà habitué et que le groupe Intrascript n'est habitué qu'à une seule situation répétée, ce groupe devrait moins apprécier la confrontation à une nouvelle situation. Cela s'explique par le fait que la nouvelle situation ou contexte est très différent de celui auquel il est habitué et pour lequel il a acquis des habiletés spécifiques. Rappelons que l'acquisition de compétences spécifiques à une situation particulière peut être vue comme une barrière envers le désir d'être confronté à une situation nouvelle ou d'expérimenter de nouvelles choses (Alba & Hutchinson, 1977). Le groupe Interscript n'est justement pas habitué à une situation en particulier mais plutôt à une expérience générale. Il a donc moins de difficulté à s'adapter à la nouvelle situation et peut mieux l'apprécier.

- H5: La perception de la situation vécue **une fois l'expertise développée** est plus favorable lorsque l'expertise développée est de nature Interscript.

Finalement, un script peut contenir plus ou moins d'éventualités conditionnelles et de détails, c'est-à-dire être plus ou moins riche (Abelson, 1981). À chaque répétition, un script s'enrichit des nouveaux éléments auquel un individu est confronté (Alba & Hutchinson, 1987) et donc,

- H6: **Une fois l'expertise développée**, le groupe Interscript est en mesure d'élucider un script plus riche (comportant plus d'éventualités conditionnelles, événements et actions) que le groupe Intrascript.

Les différentes hypothèses énumérées dans la présente section sont représentées graphiquement dans les figures suivantes. La figure 4 concerne le moment relié au développement du script, alors que la figure 5 traite des hypothèses post-développement du script.

Figure 4: Modèle de recherche appliqué lors du développement du script

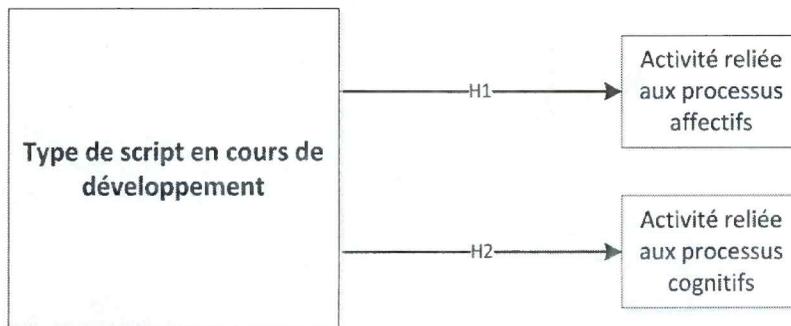
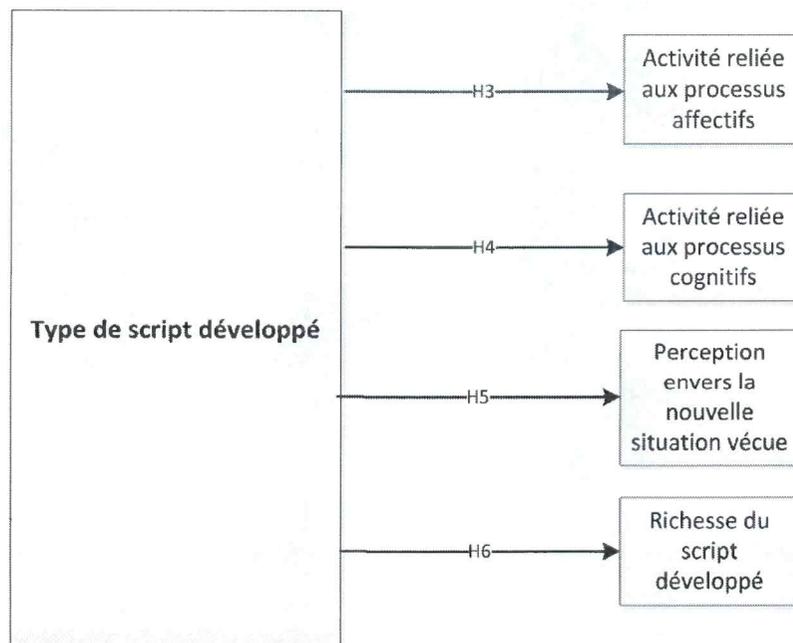


Figure 5: Modèle de recherche appliqué une fois le script développé et lorsque confronté à une situation nouvelle



Chapitre 4: Méthodologie

L'objectif de ce mémoire est d'aborder le développement de scripts cognitifs dans un contexte de commerce électronique. Pour connaître le niveau d'activité affective et cognitive d'un individu effectuant une tâche, il faut utiliser des appareils très sensibles, capables de mesurer en temps réel l'infime charge électrique du corps et du cerveau et ce, à l'aide d'électrodes devant être branchés directement sur le sujet. Pour ces raisons, le recours à un environnement contrôlé tel que permis par l'expérimentation en laboratoire est absolument nécessaire.

Ces outils neurophysiologiques n'ont jamais été utilisés auparavant en marketing électronique, et les différentes manières de collecter, d'analyser les données et d'en faire des mesures représentatives de phénomènes mentaux spécifiques de l'être humain en sont encore à leurs balbutiements. Cette étude entre dans un domaine relativement inconnu (les neurosciences appliquées au marketing) et tente de déterminer les outils et mesures les plus appropriées pour répondre aux hypothèses élaborées dans la section précédente. Une étude qui est conduite afin de développer, raffiner et/ou tester différents instruments de mesure ou procédures est qualifiée d'étude exploratoire (Kumar, 2010), et il se trouve que c'est justement l'objectif de ce mémoire, qui utilise plusieurs mesures pour un même phénomène afin de déterminer celle qui serait éventuellement la plus adéquate (voir tableau 4 pour la liste des mesures.)

Design expérimental

À la lumière de ce fait, la méthodologie utilisée pour mener la collecte de données de cette étude est donc l'expérimentation en laboratoire, et l'étude s'appuie sur un design expérimental à un facteur. Ce dernier a deux conditions de type inter sujets, à savoir Intrascript ou Interscript. Ce design permet de comparer l'effet de chaque intervention sur son groupe respectif. Les deux groupes ont donc été évalués avant, après mais surtout pendant l'intervention (lors du développement du script) afin d'observer une éventuelle différence entre les groupes. Encore une fois, cette approche est facilitée par l'expérience contrôlée en laboratoire.

Participants visés et échantillonnage

Dans le cadre de cette étude visant à déterminer les éventuels effets de la nature du script d'achat développé, des sujets sans expérience d'achat étaient nécessaires afin de permettre un apprentissage. Les participants devaient donc répondre aux caractéristiques suivantes:

- **Ne jamais avoir acheté de musique en ligne**

un participant ayant téléchargé de la musique gratuitement ou acheté autre chose que de la musique peut participer, car le script élaboré dans ces cas ne comporte pas les activités-clés propres à la fois à l'écoute, l'achat et le téléchargement d'une pièce.

- **Être droitier**

le cerveau des droitiers et des gauchers démontrant des différences au niveau de la cognition (Gunstad et al, 2007) il est préférable que tous les répondants soient du même type. Hors, il est plus facile de trouver un échantillon composé de droitiers, car ils sont plus nombreux.

Afin de recruter ces répondants, un échantillonnage de convenance fut effectué. Un appel fut fait aux étudiants de premier et de deuxième cycle à HEC Montréal, notamment en technologies de l'information, marketing et commerce électronique. Cet appel fut réalisé conjointement via le panel de répondants du HEC, certains professeurs et coordonnateurs ainsi que par sollicitation directe de la part du chercheur. Ce choix s'explique par le fait qu'il faut tenter d'avoir l'échantillon le plus homogène possible pour avoir le maximum de contrôle sur les variables influençant l'élaboration des scripts cognitifs. En choisissant des gens de premier et deuxième cycle dans ces disciplines, on augmente la probabilité d'obtenir un échantillon dont l'utilisation du Web est homogène, c'est-à-dire assez élevée dans tous les cas. Les répondants ont participé à l'étude selon la date à laquelle ils ont manifesté leur intérêt et les disponibilités du laboratoire, jusqu'à l'obtention d'un échantillon réparti uniformément entre hommes et femmes et contenant dix-huit répondants. En raison de problèmes techniques (coupure du signal d'un ou des appareils, calibration fautive, difficulté d'installation de l'appareil sur la tête du sujet...) dix sujets ont du être exclus des analyses afin de préserver une certaine qualité dans les mesures neurophysiologiques.

Procédure

Déroulement de l'expérience

Lors de l'expérience, chacun des deux groupes développe une expertise d'achat différente. Le groupe qui visite plusieurs sites variés afin de former son expertise est le groupe Interscript, alors que celui qui visite plusieurs fois le même site est le groupe Intrascript. Lors de chaque visite, le répondant navigue sur le site Web afin de trouver la pièce de musique de son choix, effectue le processus de paiement en ligne et télécharge sa chanson. Il fait de même pour le site suivant, jusqu'au nombre maximal de visite ou la fin du temps imparti. Une fois l'expertise acquise, les deux groupes visitent un dernier site Web, qu'ils n'ont jamais vu auparavant. Ce site Web est le même pour tous les répondants (voir tableau 1 en page suivante). Le type de script développé (variable indépendante) est donc différent dans les deux groupes, et l'étude tente d'évaluer l'influence du type de script sur l'activité reliée aux processus affectifs et cognitifs, la richesse du script développé ainsi que la perception par rapport à l'utilisabilité du dernier site Web visité. Il est à noter que le dernier site a un interface différent des autres sites visités précédemment, et qu'il s'utilise par conséquent d'une manière qui est plus susceptible de différer du script développé. Par exemple, le dernier site Web visité demandait de choisir un organisme de charité lors du paiement de la facture, car une portion de chacune des ventes est remise à l'organisme choisi par l'acheteur.

Tableau 1: Déroulement de l'expérimentation

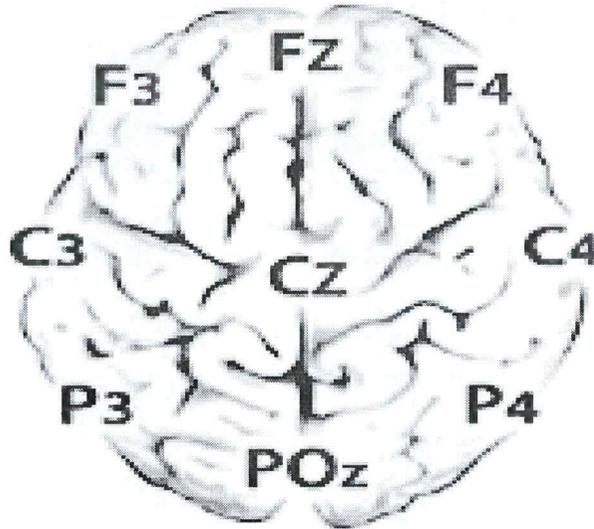
Groupe Intrascript	Groupe Interscript
<p>1- Dix visites consécutives sur un même site Web, lequel est prédéterminé.</p> <p><i>(Si après une heure d'achats les dix visites n'ont pas toutes été effectuées, arrêt des achats sur ce site Web afin d'éviter l'épuisement cérébral.)</i></p>	<p>1- Dix visites sur des sites Web variés et déterminés de façon aléatoire.</p> <p><i>(Si après une heure d'achats les dix visites n'ont pas toutes été effectuées, arrêt des achats sur ces sites Web afin d'éviter l'épuisement cérébral.)</i></p>
<p>2- Visite d'un dernier site Web, prédéterminé et différent de celui (ou ceux) visité(s) précédemment. Le dernier site Web visité est le même pour tous les répondants et ce, peu importe son groupe ou le nombre de visites effectuées durant l'expérience.</p>	
<p>3- Un questionnaire portant sur les éléments d'utilisabilité du dernier site Web visité et basé sur l'échelle NetQual (Bresolles & Nantel, 2008) est rempli.</p>	

Outils technologiques utilisés pour la collecte

Des outils spécifiques étaient requis afin de pouvoir collecter les données qui permettraient le calcul des mesures neurophysiologiques requises pour l'étude. En effet, pour calculer cette mesure, un électroencéphalogramme (EEG), un électrocardiogramme (ECG) et un capteur de réponse galvanique de la peau (GSR pour "Galvanic Skin Response") s'avéraient nécessaires. Les données EEG et ECG étaient collectées par un seul appareil, à savoir le B-Alert X-10, un casque sans fil équipé de neuf électrodes couvrant chacun des sites principaux du

cerveau (voir figure 6) et auxquels étaient branchés deux autres électrodes captant les battements cardiaques.

Figure 6: Représentation des sites principaux du cerveau



Chacun des électrodes enregistrait séparément, en temps réel, la quantité d'électricité (en microvolts) passant à travers la zone du crâne couverte. Le taux d'échantillonnage utilisé était de 256 hertz, ou 256 mesures par seconde. Ce signal brut était ensuite transformé afin d'obtenir les différentes mesures neurologiques, en utilisant le logiciel Acqknowledge de la firme Biopac. Il fallait toutefois que l'appareil effectue également des mesures lorsque le sujet était au repos et lorsqu'il accomplissait des tâches de calibrage spécifiques afin de pouvoir calculer les mesures d'une manière adaptée au métabolisme de chacun. Ce calibrage effectué avec le logiciel Acqknowledge consistait en la réalisation de trois tâches de vigilance différentes avant de débiter l'expérience en tant que telle.

Quant à la réponse galvanique de la peau (GSR), elle fut mesurée avec un deuxième appareil, le ProComp Infiniti, captant la conductivité de la peau via deux électrodes placées dans la paume du sujet. Alors que le répondant effectuait la tâche expérimentale, l'intensité du courant était capturée en temps réel dans un logiciel appelé Biograph. Bien entendu, les données mesurées par différents appareils et logiciels devaient être resynchronisées afin de pouvoir obtenir une vision complète de ce qui se passait neurologiquement et physiologiquement à chaque visite des participants. En raison de contraintes technologiques et temporelles, cette synchronisation a dû se faire manuellement, introduisant de par cette manipulation une certaine probabilité d'erreur qui était hors du contrôle du chercheur.

Durant l'expérimentation, le participant répondait électroniquement à un questionnaire administré par le chercheur via le logiciel de questionnaire en ligne Unipark. Ce questionnaire était utilisé afin de permettre au sujet d'expliquer quelle était sa définition des étapes impliquées dans l'achat de musique électronique en ligne (et donc son script). Il faisait cet exercice avant de débiter ses achats mais aussi une fois toutes les visites de sites Web terminées, toujours pour comparer la richesse des deux scripts élaborés. Le questionnaire était également utilisé afin de capturer la perception du répondant par rapport à l'utilisabilité du dernier site Web visité, permettant ainsi de déterminer si le type de script développé avait une influence sur cette dernière.

S'ajoutant aux autres logiciels, Morae fut également utilisé afin d'enregistrer en temps réel tout ce que le répondant fait à l'écran lors de ses achats, en plus de permettre au chercheur d'inscrire directement les observations effectuées. Le mouvement du curseur des sujets et les

commentaires de l'observateur pouvaient donc être par la suite vus à nouveau au besoin. Ce logiciel permettait également de déterminer rapidement le temps requis pour chacune des tâches à l'aide de l'horodatage, ce qui est un des éléments qui devrait varier selon le niveau d'expertise (et de richesse du script) développé. C'était également ce dernier qui enregistrait tous les marqueurs correspondant au début et à la fin de chacune des visites et qui seraient resynchronisés par la suite dans le logiciel Acqknowledge. Chacun des logiciels devant être démarré indépendamment et dans un ordre spécifique, un autre marqueur était inséré dans Morae au moment de la mise en marche des appareils, permettant ainsi la resynchronisation (manuelle) de toutes les informations collectées.

Consolidation et synchronisation des données

Une fois la collecte de données effectuée selon les spécifications précédentes, une importante tâche de consolidation et d'analyse des données fut amorcée. Voici donc la méthode utilisée pour consolider et analyser les données collectées.

Tel qu'énoncé plus haut, les données provenaient de plusieurs appareils et étaient enregistrées par des logiciels différents. Il fallait donc dans un premier temps extraire les informations reliées à la réponse galvanique de la peau, provenant du logiciel Biograph. Cette valeur, mesurée 256 fois par seconde, fut extraite dans un fichier (extension CSV) spécifique à chaque répondant et pouvant par la suite être incorporé en tant que canal additionnel dans le logiciel Acqknowledge. Ce faisant, un fichier Acqknowledge contenant à la fois les mesures neurologiques et physiologiques fut assemblé. Le fichier maître de chaque répondant

comportait donc 11 canaux bruts: un pour le signal EKG, neuf canaux EEG correspondant à chacun des électrodes posés sur les divers sites du crâne, ainsi qu'un dernier contenant la mesure GSR et provenant du logiciel Biograph.

Cependant, afin de pouvoir déterminer les fenêtres d'analyse, il était encore nécessaire de pouvoir incorporer les marqueurs de début et de fin de chacune des visites. Lors des collectes effectuées en laboratoire, le chercheur suivait en temps réel ce qui se passait à l'écran du répondant via le logiciel Morae et insérait manuellement les marqueurs de début et de fin de visite (ainsi que les marqueurs de mise en marche des appareils, nécessaires à la resynchronisation des mesures). En mettant en relation les marqueurs de mise en marche des appareils et ceux de début et fin de visite dans Morae, il était possible de déterminer l'horodatage correspondant dans Acqknowledge et d'insérer manuellement les derniers marqueurs requis pour débiter la transformation et l'analyse des signaux bruts.

En dernier lieu, l'élicitation ex-ante et ex-post du script d'achat de musique en ligne de chacun des répondants ainsi que la perception par rapport aux éléments d'utilisabilité du dernier site visité ont été compilées à l'aide du logiciel Unipark. Les scripts ex-ante et ex-post pouvaient donc désormais être analysés afin de déterminer la richesse des scripts élaborés par les deux groupes. De la même manière, une analyse de l'appréciation du dernier site visité par les deux groupes était maintenant possible.

Traitement des signaux bruts et calcul des mesures

Une fois les données brutes compilées dans un fichier maître pour chaque répondant, le traitement des signaux biologiques à l'aide du logiciel Acqknowledge fut amorcé de manière très analogue à celle proposée par Cacioppo, Tassinari & Berntson (2000). Cette méthode comporte l'amélioration du signal biologique, la réduction des données visant à élimination d'un maximum de bruit et finalement l'analyse statistique des résultats. Il s'agissait donc d'abord de procéder à l'amélioration du signal, c'est-à-dire à l'élimination des artéfacts s'y retrouvant. Un artéfact est une activité électrique captée par l'électroencéphalogramme et n'étant pas d'origine cérébrale. Il peut s'agir d'un artéfact physiologique comme un battement cardiaque ou un mouvement oculaire, ou encore d'un artéfact de nature extraphysiologique, tel que de l'électrostatique (Benbadis & Rielo, 2012).

Amélioration des données et dérivation des bandes de fréquence

Puisque chaque électrode enregistre en fait des potentiels électriques émanant d'une source, et qu'une source projette un signal sur une certaine région du cuir chevelu (et donc sur plusieurs électrodes), les signaux sont superposés et corrélés entre les sites du cerveau. Il est donc possible d'enlever les artéfacts du signal en déterminant les composantes indépendantes de chacun des canaux et en ne conservant que ces dernières. C'est ce qu'on appelle l'*analyse des composantes indépendantes* (Independent Component Analysis ou ICA), une technique visant à inverser la superposition des signaux en séparant l'EEG en signaux indépendants les uns des autres (Ungureanu et al, 2004).

Il s'agit d'une méthode rapide mais efficace utilisée en neurosciences depuis quelques années et se substituant à des méthodes plus anciennes mais ayant fait leurs preuves telles que l'analyse régressive (Woestenburg et al, 1983). L'ICA fut réalisée à l'aide du logiciel Acqknowledge. Il s'agissait d'indiquer au logiciel les différents canaux à comparer afin que le bruit en soit automatiquement retiré. Suite aux calculs effectués par le logiciel, les neuf canaux de signal EEG correspondant à chacun des électrodes ont été épurés et le signal propre à chaque site du crâne a pu être isolé. La même manipulation fut effectuée avec le signal de l'électrocardiogramme.

Par la suite, le logiciel Acqknowledge et sa fonction de dérivation des bandes de fréquences ont été utilisés afin d'obtenir les bandes Delta, Thêta, Alpha, Beta et Gamma en spécifiant le site à partir desquels faire l'extraction et les plages correspondantes aux diverses bandes. Les plages en hertz utilisées correspondent à celles généralement reconnues dans la littérature portant sur les neurosciences (Cacioppo, Tassinary & Berntson, 2000).

Tableau 2: Bandes de Fréquences EEG utilisées dans Acqknowledge

Delta	0.5 à 4 Hz
Thêta	4 à 8 Hz
Alpha	8 à 13 Hz
Beta	13 à 30 Hz
Gamma	30 Hz et plus

Lors du calcul de la variabilité du rythme cardiaque, la dérivation des bandes de fréquence devait aussi être effectuée sur le signal ECG. La dérivation des bandes de fréquence fut effectuée selon les paramètres suivants, suivant les recommandations du *European Heart Journal* (Malik, 1996).

Tableau 3: Bandes de Fréquences ECG utilisées dans Acqknowledge

Très basse (Very low)	0,04 hertz et moins
Basse (Low)	0,04 à 0,15 hertz
Élevée (High)	0,15 à 0,40 hertz
Très élevée (Very high)	0,4 à 3 hertz

Réduction des données

Il fallait ensuite procéder à la réduction des données. En effet, les séances de collecte durant habituellement plus d'une heure, la quantité de données mesurées au taux de 256 hertz s'est avérée être phénoménale. La réduction des données permet de transformer cette marée d'informations en une série de mesures répétées et comparables statistiquement. Cette étape s'est réalisée différemment selon le type de mesure requise.

Les mesures reliées aux données EEG fut réduites en calculant une mesure par fenêtre de cinq secondes, plutôt que pour chaque échantillonnage (cinq secondes étant des ce cas un paramètre par défaut du logiciel). La réduction de données était donc de l'ordre de 1/1280 échantillons. Aussi, toutes les mesures neurologiques utilisées dans les

statistiques sont des valeurs moyennes par période, réduisant une fois de plus les données. Finalement, les mesures fournies par l'électrocardiogramme sont calculées uniquement pour les vingt-cinq premières secondes d'une visite, cette durée correspondant à la période la plus critique lors de la visite d'un nouveau site Web (Liu, White & Dumais, 2010).

Analyse statistique

Étant donnée la taille relativement faible de l'échantillon suite aux difficultés techniques mentionnées plus tôt, la taille d'échantillon pour les différentes mesures s'est avérée être relativement faible. En effet, la taille de l'échantillon était de 21 pour la perception par rapport à l'utilisabilité du site Web, 18 pour les mesures de l'électroencéphalogramme et du capteur de réponse galvanique de la peau et 14 pour celles fournies par l'électrocardiogramme. Une analyse statistique non paramétrique a donc été utilisée. Des tests de comparaison de moyenne entre les deux groupes, ou tests de Mann-Whitney, ont été effectués pour chacune des mesures considérées. Les données ont été compilées à l'aide d'Excel, puis importées et analysées à l'aide du logiciel de statistique SPSS (Statistical Package for the Social Sciences). En effet, puisque le but de l'étude est de comparer si le type d'expertise développé a un effet différent sur d'autres variables à différents points dans le temps, le test de Mann-Whitney est le plus approprié. Le logiciel procédait donc à l'analyse des données et renvoyait une probabilité en pourcentage qu'une aussi forte différence de moyenne soit uniquement due au hasard (p-value). Des comparaisons ont été effectuées entre les différentes visites d'un même sujet, mais aussi entre les sujets. Ces analyses ont été effectuées avec toutes les mesures neurophysiologiques utilisées.

Mesures utilisées

La nature différentes des hypothèses à vérifier impliquait l'utilisation de mesures variées. Le tableau 4 de la page suivante présente un récapitulatif des mesures employées. Pour ce qui est mesures neurophysiologiques, l'appareil utilisé pour collecter les données est mentionné entre parenthèses, soit:

- GSR (Galvanic Skin Response pour réponse électrodermale),
- EEG (Electroencéphalogramme) ou
- ECG (Electrocardiogramme).

Dans l'expérimentation effectuée, les mesures GSR servent à mesurer l'activité reliée aux processus affectifs, alors que les mesures EEG et ECG servent à mesurer l'activité en lien avec les processus cognitifs. Le reste de cette section détaille la manière de calculer les différentes mesures énumérées dans le tableau 4.

Tableau 4: Liste des mesures utilisées

Activité reliée aux processus affectifs	<ul style="list-style-type: none"> • Nombre de réponses électrodermales (GSR) • Amplitude moyenne des réponses électrodermales (GSR)
Activité reliée aux processus cognitifs	<ul style="list-style-type: none"> • Odds de travail cognitif (EEG) • Puissance dans la fréquence élevée (ECG) • Proportion d'activité sympathique (ECG)
Perception par rapport au site Web visité	<ul style="list-style-type: none"> • Appréciation des éléments d'utilisabilité du site Web
Expertise	<ul style="list-style-type: none"> • Richesse du script développé • Temps d'exécution

Nombre de réponses électrodermales (GSR)

Dans le cas des données GSR, la première mesure choisie a pris la forme du nombre de réponses électrodermales non spécifiques (Non-Specific Skin Conductance Responses, ou NS-SCRs) observées durant la visite. Une réponse non spécifique désigne une réponse qui n'est pas directement reliée à un stimulus observable, ou encore une réponse spontanée. En effet, plutôt que d'observer si une réponse se produit immédiatement après l'introduction d'un stimulus spécifique, l'expérimentation cherche plutôt à observer les réponses spontanées se déroulant tout au long d'une visite de site Web. Cette mesure permet donc d'inférer le nombre de réponses émotionnelles ayant eu lieu lors d'une visite. Un plus grand nombre de réponses inférerait une plus grande activité reliée aux processus affectifs

Pour obtenir cette valeur, le signal continu en microvolts fut transformé en une valeur discrète, facilement interprétable et illustrant généralement entre 0 et 30 réponses sur une période variant entre 60 et 90 minutes. Les réponses galvaniques de la peau étaient automatiquement détectées à l'aide d'une fonction du logiciel Acqknowledge, effectuant un filtrage du signal à 0.05 microvolts et repérant finalement les pics de conductivité au-delà de 0.02 microvolts.

Amplitude moyenne des réponses électrodermales (GSR)

L'amplitude d'une réponse électrodermale est définie comme étant la différence entre le voltage maximal atteint en microvolts durant la réponse et le voltage mesuré au début de cette même réponse (Cacioppo, Tassinary & Berntson, 2000). L'amplitude était donc calculée pour chacune des réponses observées durant une visite, et une moyenne de ces amplitudes était calculée à son tour. Cette mesure permet d'inférer la puissance des émotions ressenties durant cette visite. Une plus grande amplitude moyenne des réponses inférerait également une plus grande activité reliée aux processus affectifs

Odds de travail cognitif

Afin de mesurer le travail cognitif, les probabilités d'engagement élevé / bas et de distraction fournies par le logiciel Acqknowledge furent utilisées. La mesure d'engagement élevé telle que calculée par Acqknowledge est habituellement plus élevée durant des conditions d'expérimentation riches en stimuli visuel ou durant l'apprentissage. Le logiciel calcule quatre probabilités d'appartenir à une classe pour chaque fenêtre d'analyse (une seconde). La somme des probabilités est égale à un et chacune des classes correspondent respectivement à un état d'engagement élevé, d'engagement bas, de distraction ou de somnolence. Dans ce contexte,

l'état cognitif du sujet pour une fenêtre d'analyse correspond à la probabilité la plus élevée des quatre (BIOPAC, 2012).

Dans le cas des mesures d'engagement élevé / bas, elles correspondent à des calculs effectués automatiquement par le logiciel Acqknowledge et tenant compte des signaux correspondant à la ligne centrale FzPOz et CzPOz. Les mesures sont calculées en utilisant un pouvoir relatif et absolu de 1 Hz (répartition en plage de 1 Hz, normalisées à la somme du pouvoir des plages de 2 à 40 Hz). Les mesures sont basées sur celles élaborées par Berka (2007). Selon BIOPAC, éditeur du logiciel, des douze variables utilisées dans le modèle mathématique fournissant la mesure, une variable provient de la fréquence Delta / Thêta lent (1-4 Hz), deux sont dans la fréquence Thêta rapide (5-7 Hz), cinq dans la fréquence Alpha (8-13 Hz), trois dans la fréquence Bêta (14-24 Hz) et une dernière se situe dans la fréquence Sigma (24-40 Hz).

En utilisant comme fondation les découvertes de Freeman et al. (1999), un index d'odds de travail cognitif fut élaboré. Puisque la probabilité de somnolence n'était pas pertinente à l'étude entreprise, elle ne fut pas considérée. Une valeur plus élevée indique un traitement plus contrôlé et conscient de l'information. Le calcul de l'index (Sénécal, Léger, Fredette & Riedl, 2012) est le suivant:

Odds de travail cognitif = $\frac{\text{probabilité d'engagement élevé} + \text{probabilité d'engagement bas}}$

$\text{probabilité de distraction}$

Pouvoir dans la bande de fréquence élevée (ECG)

Tout comme pour la dérivation des bandes et le calcul des puissances du signal de l'électroencéphalogramme, le logiciel effectuait une transformation rapide de Fourier selon les bandes spécifiées et renvoyait le carré de l'amplitude par fréquence (la puissance).

Proportion d'activité sympathique (ECG)

En utilisant les données fournies par l'analyse spectrale, le logiciel calculait la proportion de la variabilité du rythme cardiaque expliquée par l'activité vagale (parasymphatique) et sympathique du corps. La somme des deux valeurs pour une même plage d'analyse était égale à 1, et donne une idée de la balance du système nerveux autonome. Puisque la proportion de l'activité vagale est toujours égale à $1 - \text{activité sympathique}$ et que l'activité sympathique est celle qui est la plus pertinente à cette étude, seule la mesure sympathique est abordée.

Durée de la tâche

La durée de la tâche correspond au temps requis par le sujet afin de réaliser le cycle complet d'achat, de l'arrivée sur le site jusqu'au téléchargement de la chanson choisie. Un marqueur était manuellement inséré lors de l'arrivée sur le site, et la même opération était réalisée une fois le téléchargement de la pièce amorcé. Ces marqueurs couplés étaient ensuite utilisés afin d'indiquer au logiciel faisant les calculs, Acqknowledge, les différentes fenêtres d'analyses correspondant à chaque visite.

Perception par rapport à l'utilisabilité du dernier site Web visité

À la fin de l'expérience, le répondant remplissait électroniquement un questionnaire d'appréciation de l'utilisabilité du dernier site Web rencontré, afin de déterminer si un effet de verrouillage (Johnson, Bellman & Lohse, 2003) pouvait être observé chez le groupe ayant principalement utilisé le même site à chaque visite. Chaque affirmation comportait une échelle Likert de 1 à 7 dans laquelle 1 signifiait "Tout à fait en désaccord" et 7 "Tout à fait en accord". Les affirmations utilisées¹ sont tirées de l'échelle NetQual, développée par Bressolles & Nantel (2008).

Élicitation du script ex-ante et ex-post

Avant de débiter leurs achats, les répondants devaient une première fois décrire les différentes étapes requises pour acheter une pièce de musique en ligne, de l'arrivée du site jusqu'au téléchargement de la pièce. Une fois toutes les visites complétées, les répondants procédaient à la même élicitation de leur script d'achat de musique en ligne. Le niveau de détail du script et le nombre d'étapes mentionnées pouvaient ainsi être comparés afin de déterminer si le script s'est enrichi différemment dans les deux groupes suite aux diverses visites.

¹ Voir l'échelle en annexe

Chapitre 5: Résultats de l'étude et analyse

Hypothèse 1

H1 : Durant le développement du script, la fréquence des émotions ainsi que leur niveau est plus élevée chez le groupe Interscript que chez le groupe Intrascript.

Afin de tester cette hypothèse, le nombre de réponses électrodermales ainsi que leur amplitude ont été observés. Pour ce faire, la fenêtre correspondant aux 25 premières secondes d'une visite a été utilisée. Rappelons que la fenêtre de 25 secondes correspond aux secondes les plus cruciales pour un nouveau site Web et au temps qu'il faut au cerveau pour l'analyser et décider s'il faut y demeurer ou le quitter. Le test portait sur la première et la dernière visite effectuées lors du développement du script.

Nombre de réponses électrodermales

Les tableaux de la page suivante présentent les statistiques descriptives reliées au nombre de réponses électrodermales mesurées lors de la première et dernière visite de développement du script. Rappelons que la dernière visite de développement du script correspond à l'avant-dernière visite effectuée par le répondant selon le protocole expérimental élaboré. Le tableau 5 contient les réponses mesurées durant les 25 premières secondes de visite.

Tableau 5: Statistiques descriptives - Nombre de réponses électrodermales lors des visites de développement du script (25 premières secondes de visite)

Visite	Groupe Intrascript (n=8)		Groupe Interscript (n=10)	
	Moyenne	Écart-type	Moyenne	Écart-type
Première visite	2.00 réponses	0.76	1.60	0.52
Avant-dernière visite	1.38	0.74	0.90	0.99

En ce qui concerne la première visite, il est important de rappeler que le site visité est différent, et que par conséquent la comparabilité des statistiques descriptives est difficile. Les statistiques ne suggèrent donc qu'un seul élément particulier au niveau du nombre de réponses durant les visites de développement du script. Le lecteur constatera que le groupe Intrascript a eu plus de réponses que le groupe Interscript durant l'avant-dernière visite (la dernière visite de développement de son expertise), alors que la théorie des scripts aurait voulu que ce soit l'inverse. En effet, le groupe Interscript serait normalement constamment en train de réadapter son script cognitif et aurait donc plus de réponses électrodermales. Afin de vérifier la probabilité que la différence entre le nombre de réponses des deux groupes soit due au hasard, un test de Mann-Whitney fut toute de même effectué. Les tests se sont avérés peu concluants en vertu de l'hypothèse avancée, puisque même si on atteint un P-Value de 4.15% dans le cas des 25 premières secondes de l'avant-dernière visite, le nombre de réponses aurait du être plus élevé chez le groupe Interscript que chez le groupe Intrascript.

Amplitude moyenne des réponses électrodermales

Puisqu'une plus forte émotion cause une plus grande hausse du signal électrodermal, l'amplitude moyenne des réponses fut également analysée. Le tableau 6 présente l'amplitude moyenne des réponses survenues durant les 25 premières secondes de visite.

Tableau 6: Statistiques descriptives - Amplitude des réponses électrodermales lors des visites de développement du script (25 premières secondes de visite)

Visite	Groupe Intrascript (n=8)		Groupe Interscript (n=10)	
	Moyenne	Écart-type	Moyenne	Écart-type
Première visite	12.06 microvolts	2.99	6.68	4.26
Avant-dernière visite	14.63	7.20	12.01	7.35

Il semblerait à première vue qu'il y ait une différence d'amplitude moyenne lors de la première visite. Un test statistique de Mann-Whitney fut donc effectué avec les données afin de vérifier la probabilité qu'une telle différence soit due au hasard. Avec un P-Value de 1.05%, la différence d'amplitude à la première visite est **statistiquement significative**. Toutefois, d'un point de vue du type d'expertise développé, cette différence n'est pas porteuse de sens puisque le script en question n'est pas encore formé à la première visite et que la différence à l'avant-dernière visite, quant à elle, **n'est pas significative**. Pour la même raison, la variation du nombre de réponse n'a pas été considérée.

Par conséquent, **l'hypothèse 1 n'est pas supportée**.

Hypothèse 2

H2 : Durant les visites de développement du script, l'effort cognitif déployé est plus élevé chez le groupe Interscript que chez le groupe Intrascript.

Cette hypothèse était vérifiée en utilisant des mesures fournies par l'électrocardiogramme (fréquence élevée et proportion d'activité vagale/sympathique) ainsi que l'électroencéphalogramme (index de l'odds de travail cognitif).

Puissance dans la fréquence élevée

Le puissance était mesurée en volts²/Hz dans la bande de fréquence correspondant à la plage allant de 0.15 à 0.40 Hz (voir méthodologie). Les données de cette mesure ne sont toutefois pas concluantes (voir tableau 7).

Tableau 7: Statistiques descriptives - Puissance dans la fréquence élevée lors des visites de développement du script (25 premières secondes de visite)

Visite	Groupe Intrascript (n=6)		Groupe Interscript (n=8)	
	Moyenne	Écart-type	Moyenne	Écart-type
Première visite	197.08 Volts ² /Hz	53.80	167.02	52.54
Avant-dernière visite	85.99	32.69	152.67	43.58

De plus, un test statistique de Mann-Whitney effectué avec ces données n'a renvoyé **aucun résultat statistiquement significatif**. Cette mesure, ainsi que l'autre mesure issue de l'électrocardiogramme, n'a donc pas fourni les résultats escomptés en vertu de l'hypothèse 2. Le faible nombre de séries de données, soit quatorze, ou encore la calibration fautive de l'appareil pourraient être en cause (voir la section *limites de l'étude*).

Proportion d'activité vagale/sympathique

Pour cette mesure, les deux proportions d'activité sont toujours égales à 1, et un ratio des deux est ensuite calculé (par exemple, $0,2 + 0,8 = 1$ pour un ratio de $0,2/0,8=0,25$). Possiblement pour les mêmes raisons que dans le cas de la puissance dans la bande de fréquence élevée, les résultats de cette mesure ne sont pas concluants et le **test statistique effectué n'est pas significatif**. Voici tout de même dans le tableau 8 le ratio moyen de ces proportions d'activité.

Tableau 8: Statistiques descriptives - Proportion d'activité vagale/sympathique lors des visites de développement du script (25 premières secondes de visite)

Visite	Groupe Intrascript (n=6)	Groupe Interscript (n=8)
	Ratio moyen	Ratio moyen
Première visite	0,229	0,225
Avant-dernière visite	0,214	0,251

Variation de l'index EEG de l'odds de travail cognitif

En utilisant l'index tel que développé dans la méthodologie (un index formé de probabilités variant entre 0 et 1), des résultats particulièrement parlants ont pu être observés via l'électroencéphalogramme. Rappelons que de par la nature de la formule mathématique de l'index, la valeur de l'index diminue avec la distraction et augmente avec l'engagement du sujet (voir méthodologie). Le tableau 9 présente les valeurs moyennes de l'index de l'odds de travail cognitif, telles qu'utilisées pour calculer la variation de l'index lors du développement de l'expertise.

Tableau 9: Statistiques descriptives - Index de l'odds de travail cognitif lors des visites de développement du script (25 premières secondes de visite)

Visite	Groupe Intrascript (n=8)	Groupe Interscript (n=10)
	Index moyen	Index moyen
Première visite	90.76	15.15
Avant-dernière visite	13.38	28.56

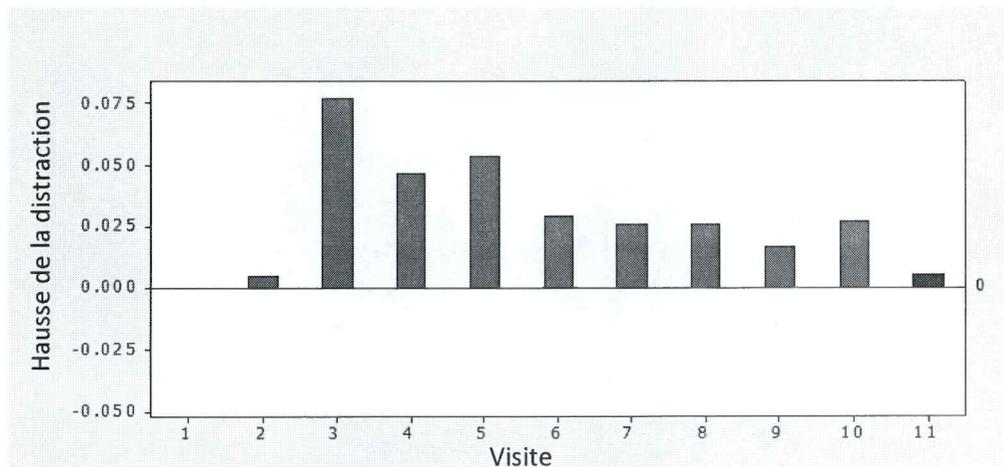
Pour le groupe Intrascript, l'index a grandement diminué entre le début et la fin du développement de l'expertise (de 90.76 à 13.38). alors qu'il a graduellement augmenté chez le groupe Interscript (de 15.15 à 28.56). Respectivement, cela donne une variation de -81% et 173% pour les groupes Intrascript et Interscript³. Pour tester la signification statistique des ces données, un test non-paramétrique de Mann-Whitney a été mené sur la différence de variation d'index entre les groupes, **renvoyant un P-Value significatif de 4.7% (une fois divisé par deux pour tenir compte de l'unilatéralité de l'hypothèse).**

³ selon la formule $(T1-T0) / (T0)$

Les résultats suggèrent donc que durant le développement de l'expertise, les variations de l'index étaient différentes dans les deux groupes, la variation étant plus grande chez le groupe Intrascript que chez le groupe Interscript.

De plus, une autre tendance fut observée par rapport à la probabilité de distraction du sujet telle que fournie par le logiciel de traitement de signaux neurophysiologiques. Il semble que le groupe Intrascript, lors du développement de son expertise, devient moins engagé à partir de la troisième visite, probablement à cause de distractions dans son environnement physique ou sur le site Web qu'il utilise. Pour calculer cette variation, la première visite fut utilisée comme référence (voir figure 7). Notez qu'encore une fois, la onzième visite est celle du nouveau site Web, commun aux deux groupes.

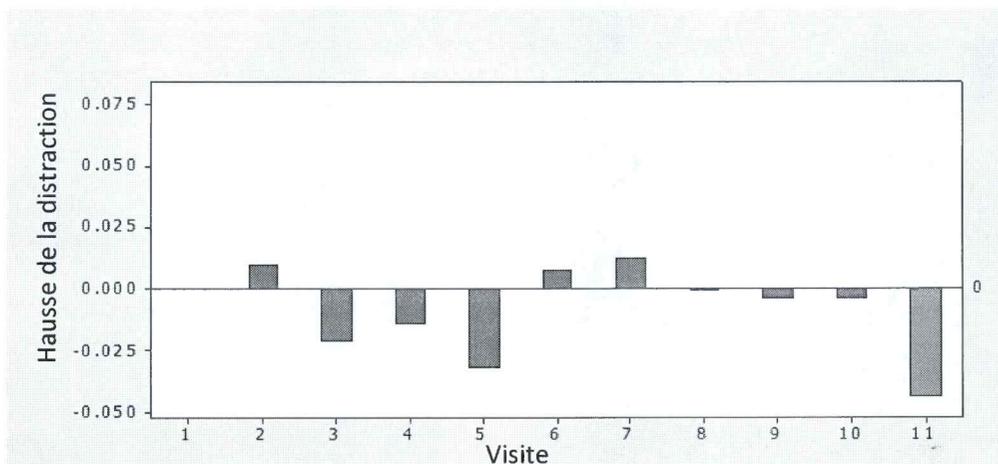
Figure 7: Hausse de la distraction chez le groupe Intrascript (la première visite est la référence)



Cela est en faveur de l'hypothèse 2, voulant que le groupe Intrascript entre peu à peu en exécution automatique de la tâche et démontre moins d'activité reliée aux processus cognitifs, ce qui le rendrait plus susceptible d'être distrait. À l'inverse, le sujet développant un grand effort cognitif

sera moins sujet à la distraction, puisqu'il déploie toute son attention à la tâche qu'il est en train d'exécuter. C'est ce qui se passe chez le groupe Interscript (voir figure 8): il y a peu d'augmentation de la distraction dépendant du site Web, car les individus de ce groupe sont constamment stimulés à des niveaux plus ou moins élevés par les nouveaux sites visités tout au long du développement de leur expertise.

Figure 8: Hausse de la distraction chez le groupe Interscript (la première visite est la référence)



L'électrocardiogramme n'a certes pas produit de résultats concluants, mais les données fournies par l'électroencéphalogramme font en sorte que **l'hypothèse 2 est supportée**.

Hypothèse 3

H3 : Une fois le script développé et lorsqu'il est confronté à une situation nouvelle, la fréquence des émotions ainsi que leur niveau est plus élevée chez le groupe Intrascript.

Cette hypothèse se concentre cette fois sur les processus affectifs ayant cours une fois le script formé (et l'expertise acquise). Les mesures sont les mêmes que pour l'hypothèse 1, à savoir le nombre de réponses électrodermales et leur amplitude.

Nombre de réponses électrodermales

Le tableau 10 présente le nombre de réponses durant les 25 premières secondes de la dernière visite, soit la même mesure que celle utilisée lors du développement du script.

Tableau 10: Statistiques descriptives - Nombre de réponses électrodermales lors de la dernière visite (25 premières secondes de visite)

Groupe Intrascript (n=8)		Groupe Interscript (n=10)	
Moyenne	Écart-type	Moyenne	Écart-type
1.75 réponses	1.16	1.60	1.26

Chez le groupe visitant toujours le même site Web (Intrascript), on dénote un nombre plus grand de réponses électrodermales lors de la visite du nouveau site Web à la fin de l'expérience. Pour le groupe visitant constamment de nouveaux sites Web (Interscript), le nombre de réponses lors de la dernière visite est plus bas. Il y a une très forte différence entre le nombre de réponses électrodermales à la dernière visite, puisque l'expertise développée est différente. Afin de vérifier statistiquement la probabilité qu'une telle différence soit due au hasard, un test de Mann-Whitney a été effectué sur les séries de données, tout comme ce fut le cas pour les autres hypothèses. La différence de réponses électrodermales lors de la dernière visite n'a pas renvoyé de résultat significatif.

Il en est ressorti que la différence au niveau du nombre de réponses sur toute la visite était statistiquement significative. Alors que l'utilisateur ayant auparavant vu plusieurs sites différents n'était pas surpris par le dernier site visité, l'utilisateur Intrascript a quant à lui uniquement développé une expertise avec un site Web, faisant en sorte qu'à l'arrivée sur le dernier (nouveau) site, l'écart entre son script cognitif et ce qu'il percevait était plus grand. Cela le forcerait à s'engager davantage émotionnellement dans sa tâche et par le fait même à se rendre plus réceptif aux divers stimuli entrant en compte dans la réalisation de cette dernière. Il importe cependant de relativiser ces résultats. En effet, le nombre de réponses étant calculé sur toute la durée d'une visite, il va de soi que plus la visite est longue, plus on est susceptible d'avoir de réponses. Il fallait donc observer le temps de visite de chacun des sites afin de confirmer la valeur statistique des résultats obtenus.

Temps de visite

Le temps de visite fut donc comparé pour la dernière visite de chaque groupe afin d'obtenir cette confirmation (voir tableau 11). Rappelons que le chronomètre était activé à l'arrivée sur la première page du site Web et arrêté une fois la pièce de musique téléchargée.

Tableau 11: Statistiques descriptives - Temps de visite du dernier site Web

Visite	Groupe Intrascript (n=8)		Groupe Interscript (n=10)	
	Moyenne	Écart-type	Moyenne	Écart-type
Dernière visite	463 secondes	103	388	208

Le temps d'exécution est beaucoup plus élevé chez le groupe Intrascript que chez le groupe Interscript. De plus, suite à un test statistique (Mann-Whitney) effectué sur la probabilité qu'une telle différence dans le temps d'exécution de la dernière visite soit due au hasard, **le P-Value renvoyé fut de 7.3%, soit un résultat significatif au seuil de 10%.**

La raison pourquoi le groupe Intrascript a besoin de plus de temps pour effectuer son achat une fois sur le nouveau site est probablement que le script cognitif de ce groupe comporte moins d'éventualités et d'interfaces en mémoire que le groupe Interscript, qui peut quant à lui naviguer plus facilement en faisant des liens avec ses expériences vécues (et donc son script cognitif).

Les expérimentations effectuées sur le nombre de réponses électrodermales ne permettaient donc pas de produire de résultats supportant l'hypothèse 3. Il y a bel et bien eu plus de réponses lors de la visite post-expertise chez le groupe Intrascript, mais l'augmentation du nombre de réponses est en fait due à l'augmentation drastique du temps requis pour effectuer la dernière visite chez ce groupe⁴. Suivant le même protocole que pour l'hypothèse 1, l'amplitude des réponses électrodermales était la prochaine mesure à évaluer post-expertise.

⁴ Afin de corroborer ces résultats, les réponses lors de la dernière visite furent également calculées en réponses par minute. Il y a eu en moyenne 3,47 réponses/minute chez le groupe Intrascript et 2,14 réponses/minute chez le groupe Interscript lors de la dernière visite. Un test statistique de Mann-Whitney effectué par la suite n'a pas toutefois pas renvoyé de résultat significatif.

Amplitude moyenne des réponses électrodermales

Tout comme ce fut le cas pour l'hypothèse 1, l'analyse de l'amplitude moyenne des réponses électrodermales n'a pas produit de résultats déterminants (voir tableau 12 pour les statistiques descriptives).

Tableau 12: Statistiques descriptives - Amplitude des réponses électrodermales lors de la dernière visite (25 premières secondes de visite)

Visite	Groupe Inscript (n=8)		Groupe Interscript (n=10)	
	Moyenne	Écart-type	Moyenne	Écart-type
Dernière visite	18.49 microvolts	8.18	12.47	8.05

Un test statistique (Mann-Whitney) effectué sur la probabilité qu'une telle différence dans l'amplitude des réponses électrodermales lors de la dernière visite soit due au hasard n'a pas renvoyé de résultat significatif.

Par conséquent, **l'hypothèse 3 n'est pas supportée.**

Hypothèse 4

H4 : Une fois le script développé et lorsque confronté à une situation nouvelle, l'effort cognitif déployé est plus élevé chez le groupe Inscript.

Les mêmes mesures que pour l'hypothèse 2 ont été employées pour la vérification de l'hypothèse 4.

Puissance dans la fréquence élevée

Tout comme pour l'hypothèse 2, les résultats fournis par l'électrocardiogramme ne sont pas concluants (voir tableau 13).

Tableau 13: Statistiques descriptives - Puissance dans la fréquence élevée lors de la dernière visite (25 premières secondes de visite)

Visite	Groupe Inscript (n=6)		Groupe Interscript (n=8)	
	Moyenne	Écart-type	Moyenne	Écart-type
Dernière visite	317.15 Volts ² /Hz	88.35	1057.74	464.23

De plus, **aucun résultat statistiquement significatif** n'a été trouvé via un test Mann-Whitney effectué avec ces données.

Proportion d'activité vagale/sympathique

Encore une fois, la calibration fautive de l'électrocardiogramme fait probablement en sorte que les résultats fournis par cette mesure ne parviennent pas non plus à supporter l'hypothèse 4, tel que montré dans le tableau 14. **Le test statistique de Mann-Whitney sur ces données n'est également pas significatif.**

Tableau 14: Statistiques descriptives - Proportion d'activité vagale/sympathique lors de la dernière visite (25 premières secondes de visite)

Visite	Groupe Inscript (n=6)	Groupe Interscript (n=8)
	Ratio moyen	Ratio moyen
Dernière visite	0.22	0.23

Index EEG de l'odds de travail cognitif

Le même index que pour l'hypothèse 2 fut employé, en comparant cette fois la variation de l'index entre la première visite et la dernière visite (tableau 15).

Tableau 15: Statistiques descriptives - Index de l'odds de travail cognitif (25 premières secondes de visite)

Visite	Groupe Inscript (n=8)	Groupe Interscript (n=10)
	Index moyen	Index moyen
Première visite	90.76	15.15
Dernière visite	258.97	16.27

Lors de la dernière visite i.e. celle juste après le développement de l'expertise, l'index de travail mental augmente de manière drastique chez le groupe Inscript (jusqu'à 258.97), alors qu'il demeure semblable chez le groupe Interscript (à 16.27), qui a moins besoin de s'adapter au nouveau site rencontré. Respectivement, cela donne une variation de 170% et de -73% pour les groupes Inscript et Interscript. Pour tester la signification statistique de ces données, un test non-paramétrique de Mann-Whitney fut également mené sur la différence de variation d'index

entre les groupes, renvoyant un P-Value significatif de 3.6% (une fois divisé par deux pour tenir compte de l'unilatéralité de l'hypothèse).

Cela est en faveur de l'hypothèse voulant que chez le groupe Intrascript, plus de ressources cognitives sont engagées lors de la visite post-développement de l'expertise, puisque l'écart entre leurs attentes quant au site (leur script cognitif) et le site qu'ils sont en train de visiter est beaucoup plus grand que chez le groupe Interscript. Confrontés à un nouveau site Web, les deux groupes ont donc démontré des variations significativement différentes du travail cognitif. L'index du groupe Intrascript a également varié de manière plus prononcée que celui du groupe Interscript.

L'hypothèse 4 est donc supportée.

Hypothèse 5

H5 : La perception de la situation vécue une fois l'expertise développée est plus favorable lorsque l'expertise développée est de nature Interscript

Cette perception fut mesurée à l'aide de l'échelle d'appréciation des éléments d'utilisabilité du site Web. Rappelons que ces éléments prenaient la forme d'affirmations pour lesquelles le répondant manifestait son accord sur une échelle allant de 1 à 7.

Score donné aux cinq éléments d'utilisabilité du site Web

L'analyse des résultats fournis par cette mesure a produit un résultat très intéressant. Une fois les visites complétées, tous les acheteurs répondaient à un questionnaire dans lequel ils énonçaient leur appréciation des éléments d'utilisabilité du dernier site Web visité, soit celui visité après le développement de l'expertise et ayant servi de comparaison avec le script cognitif élaboré en première partie d'expérience (voir tableau 16).

Tableau 16: Statistiques descriptives - Score donné aux cinq éléments d'utilisabilité du site Web (échelle Likert 1-7)

Groupe Intrascript (n=10)		Groupe Interscript (n=11)	
Moyenne	Écart-type	Moyenne	Écart-type
3.74	1.59	5.13	1.74

(voir l'échelle complète en annexe)

En ce qui concerne l'utilisabilité du site Web, qui est influencée par le script cognitif de l'utilisateur (puisque un script correspond à un cas d'utilisation du site Web), une nette différence de perception s'est manifestée entre ceux qui avaient développé une expertise Intrascript et ceux qui avaient développé une expertise Interscript. En effet, les gens qui n'étaient experts que d'un seul site, une fois confrontés à l'utilisation du nouveau site post-expertise, ont donné un score nettement plus faible aux éléments d'utilisabilité de ce dernier. Un test statistique de Mann-Whitney effectué sur les deux séries de données a également renvoyé **un résultat significatif, avec un P-Value de 2.6%**.

Cela signifie qu'il y a un effet de verrouillage (Johnson, Bellman & Lohse, 2003) qui se produit chez le groupe Intrascript. Cela s'explique par le fait que le script cognitif développé par les sujets Intrascript en début d'expérience ne comporte que les éventualités rencontrées lors de l'utilisation d'un seul site Web. Quant au groupe Interscript, le schéma mental développé comporte toutes les éventualités rencontrées au fil de visites variées. L'expert Interscript a rencontré plus de problèmes, et il sait comment s'adapter à plus d'interfaces. Par conséquent, une fois sur le nouveau site Web, l'écart entre le script développé et la situation alors vécue est plus grand chez le groupe Intrascript que chez le groupe Interscript, d'où le score plus faible donné par ces premiers.

La perception envers l'utilisabilité d'un nouveau site Web visité est plus favorable lorsque l'expertise développée est de nature Interscript, et **l'hypothèse 5 est donc supportée.**

Hypothèse 6

H6 : Le groupe Interscript forme un script plus riche (comportant plus d'éventualités conditionnelles, événements et actions) que le groupe Intrascript.

Nombre d'étapes élicitées dans le script

Afin de vérifier cette hypothèse, stipulant que le groupe Interscript serait en mesure d'éliciter un script plus riche que le groupe intrascript suite à l'acquisition de l'expertise, le nombre d'actions dans le script élicité fut calculé et comparé pour chacun des groupes. Les actions mentionnées allaient de "lancer la recherche" à "entrer le numéro de carte de crédit", par exemple. Deux juges indépendants ont codé le script ex-ante et ex-post de chacun des participants et une moyenne du nombre d'actions fut

calculée. Le coefficient de fiabilité inter-codeur lors de cet exercice fut très satisfaisant (0,97).

Le nombre d'actions mentionnées dans le script ex-post du groupe Intrascript a légèrement diminué par rapport au script élicité avant l'acquisition de l'expertise (5,70 à 5,65 actions en moyenne). Dans le cas du groupe Interscript, le nombre d'actions a plutôt légèrement augmenté (de 7,18 à 7,55 actions). La variation du nombre d'actions élicitées ne fut toutefois pas significative selon un test de Mann-Whitney, rendant ces résultats non concluant vis-à-vis de l'hypothèse de départ.

L'analyse de l'élicitation des scripts ex-ante et ex-post n'a donc pas permis de prouver qu'il y avait une réelle différence de richesse du script tel que les répondants l'ont décrit, faisant en sorte que **l'hypothèse 6 n'est pas supportée.**

Sommaire des résultats

Tableau 17: Liste des hypothèses et de leur support

Description de l'hypothèse	Hypothèse Supportée
H1 : Durant le développement du script, la fréquence des émotions ainsi que leur niveau est plus élevée chez le groupe Interscript que chez le groupe Intrascript.	NON
H2 : Durant le développement du script, l'effort cognitif déployé est plus élevé chez le groupe Interscript que chez le groupe Intrascript.	OUI
H3 : Une fois le script développé et lorsque confronté à une situation nouvelle, la fréquence des émotions ainsi que leur niveau est plus élevée chez le groupe Intrascript.	NON
H4 : Une fois le script développé et lorsque confronté à une situation nouvelle, l'effort cognitif déployé est plus élevé chez le groupe Intrascript.	OUI
H5 : La perception de la situation vécue une fois l'expertise développée est plus favorable lorsque l'expertise développée est de nature Interscript	OUI
H6: Une fois l'expertise développée, le groupe Interscript est en mesure d'éliciter un script plus riche (comportant plus d'éventualités conditionnelles, événements et actions) que le groupe Intrascript.	NON

Chapitre 6: Discussion et conclusion

Bien que l'étude entreprise fut de nature exploratoire, elle a tout de même permis certaines découvertes, autant dans le domaine du marketing que dans le domaine de la psychologie (plus particulièrement la cognition) vérifiée de manière neuroscientifique. L'index de l'odds de travail cognitif ainsi que l'évaluation post-expertise des éléments d'utilisabilité du dernier site Web visité ont permis de supporter deux des hypothèses avancées. Ainsi, nos résultats suggèrent qu'un individu ayant développé une expertise Interscript nécessite moins d'effort cognitif pour s'adapter à l'utilisation d'un nouveau site Web que l'individu ayant une expertise spécifique ou Intrascript. Par le fait même, l'expert Intrascript développe une perception plus défavorable envers l'utilisabilité du nouveau site visité que l'expert Interscript.

Contributions théoriques

Du point de vue de la psychologie, les résultats suggèrent au niveau neurologique qu'un individu déploie plus ou moins de ressources cognitives selon l'écart entre son schéma mental ou script cognitif et la situation immédiate d'achat à laquelle il est confronté. Il était déjà établi que l'expert avait besoin de moins de ressources pour accomplir une tâche que le novice (Martin, 1991). Hors, ce mémoire avance également que l'effort déployé dépend du type d'expertise (Interscript ou Intrascript), et que l'expert Interscript dispose d'un outil plus polyvalent pour anticiper les actions qu'il doit entreprendre lorsqu'il est confronté à une nouvelle situation. Par le fait même, il nécessite un effort cognitif plus faible que l'expert Intrascript pour une nouvelle tâche commune. De plus, en utilisant un index de probabilité basé sur les recherches de Berka (2007),

la recherche entreprise a permis de supporter les hypothèses sur l'effort cognitif déployé en ligne, en plus de démontrer le potentiel de l'électroencéphalographie appliquée au domaine du commerce électronique.

Implications managériales

D'un point de vue managérial, l'effet de verrouillage (Johnson, Bellman & Lohse, 2003) constaté suggère aux gestionnaires qu'ils doivent arriver à faire visiter à maintes reprises et de manière fréquente le site Web dont ils sont responsables, puisque l'expertise développée sur leur site Web devient une barrière à l'adoption d'autres sites. En d'autres termes, cet apprentissage d'autres interfaces devient une modification du script cognitif dont leur site est l'exclusive référence, comme c'est le cas pour l'unique site web visité par le groupe Intrascript en début d'expérience. Les utilisateurs de leur site Web trouveront par la suite moins facile d'utiliser les sites Web des compétiteurs que s'ils en avaient fréquenté plusieurs (comme le groupe Interscript).

Ces résultats peuvent donc contribuer à expliquer des échecs commerciaux importants dans le domaine du Web, tel que le réseau social Google+ n'ayant pas su supplanter Facebook, ou encore le moteur de recherche Bing étant resté dans l'ombre de Google. Dans les deux cas, la plateforme développée en premier (Facebook et Google) est progressivement devenue partie intégrante des scripts cognitifs des utilisateurs. L'utilisation répétée (et exclusive) de ces plateformes a fait en sorte que leurs utilisateurs soient réticents à fournir l'effort cognitif supplémentaire nécessaire pour en utiliser d'autres. En conséquence, Facebook et Google sont donc aujourd'hui les standards respectifs des

médias sociaux et de la recherche en ligne. Économiquement parlant, cela a eu comme résultat de garantir un monopole aux entreprises ayant développé ces plateformes dans leur niche respective. Bien entendu, il existait d'autres moteurs de recherche et réseaux sociaux avant Facebook et Google. Parmi ces derniers se trouve le jadis très populaire moteur Altavista, racheté puis incorporé à Yahoo!, qui n'est aujourd'hui plus ce qu'il était en terme de popularité. Il en va de même pour MySpace, ayant vu le jour en 2004, soit deux ans avant Facebook. Dans le premier cas, c'est la supériorité des performances du produit (de l'algorithme de recherche) qui a donné l'avantage à Google, sans oublier la synergie avec la plateforme Android ou Gmail faisant en sorte que ce nom est aujourd'hui omniprésent dans la vie d'énormément de gens et ce, qu'ils soient consommateurs ou non. Dans le cas des médias sociaux, il s'agit de l'effet « boule de neige » amené par le nombre sans cesse grandissant d'utilisateurs qui aura finalement donné raison à Facebook. De plus, alors que MySpace se tournait particulièrement vers la niche de la musique et du divertissement, Facebook a continuellement développé de nouvelles fonctionnalités de réseautage tout en gardant la même interface générale. Il est également pertinent de noter que sans considérer l'interface et l'apprentissage, la masse d'utilisateurs phénoménale déjà présente chez Facebook explique en partie le manque d'essor de Google+.

Il peut donc demeurer possible pour de nouveaux arrivants en affaires de faire leur place sur le Web. Pour ce faire, un nouvel arrivant dans une sphère commerciale où la compétition est très forte pourrait trouver son salut dans le développement d'une interface utilisateur et d'un processus d'affaire similaire à celui du compétiteur le plus populaire, tout en y ajoutant des fonctionnalités et/ou produits additionnels. Dans cette situation, alors que le compétiteur le plus populaire dépenserait des

sommes importantes pour créer un effet de verrouillage chez ses consommateurs, le nouvel arrivant pourrait en profiter sans coût supplémentaire en créant une interface avec lequel les nouveaux visiteurs sont déjà familiarisés (et qui est donc plus facile d'utilisation pour eux).

Finalement, lors de la mise à jour de sites de commerce électronique ou d'autres plateformes Web, les gestionnaires devraient se garder de faire une refonte complète de l'interface. Plutôt que d'introduire de gros changements rapidement, les mises à jour ou fonctionnalités additionnelles devraient être progressivement ajoutées afin de ne pas trop s'écarter du script cognitif développé par les utilisateurs de la dite plateforme. De plus, un changement radical d'interface ferait en sorte qu'au lieu d'être bénéfique, l'effet de verrouillage deviendrait plutôt un obstacle à l'utilisation du site suite à la refonte.

En résumé, le gestionnaire doit dans un premier temps chercher à produire l'effet de verrouillage mentionné précédemment. Toutefois, une fois que ce verrouillage du consommateur est en place et que les utilisateurs sont familiarisés et fidélisés à l'interface, il doit s'en écarter le moins possible en introduisant les changements graduellement (un peu comme Facebook a su le faire au cours des dernières années).

Limites de l'étude

Même si l'étude fut effectuée avec des outils de technologie de pointe, plusieurs contraintes ont fait en sorte de limiter la robustesse des données et le potentiel de vérification des hypothèses de cette dernière.

La plus importante limite de l'étude est amenée par l'intervention humaine ayant entré en ligne de compte pour la production des séries finales de données consolidées. En effet, à défaut d'avoir un logiciel effectuant la synchronisation automatique des signaux, la consolidation des signaux GSR avec le fichier contenant les signaux ECG et EEG devait se faire manuellement. De plus, bien que l'appareil pouvant collecter tous les signaux à la fois existait sur le marché, l'étude fut contrainte d'utiliser deux appareils différents pour la collecte des signaux, puisqu'en raison de contraintes à la fois budgétaires et temporelles, il n'était pas possible d'utiliser l'unique appareil. Particulièrement dans le cas des données GSR, l'extraction devait se faire manuellement dans Biograph vers un chiffrier, qui était ensuite importé et synchronisé manuellement dans le logiciel Acqknowledge. Cette intervention humaine, source d'erreur, explique en partie le fait que les hypothèses 1 et 3 (reliées aux réponses électrodermales) n'ont pu être supportées. Il va sans dire qu'utiliser un laboratoire automatisé et disposant d'un appareil collectant toutes les données à la fois, ou encore d'avoir la possibilité d'effectuer la synchronisation et la consolidation des signaux de manière automatisée aurait pu permettre de produire des résultats plus concluants et permettant de mieux supporter les hypothèses de recherche avancées. La multitude d'appareils entrant en interaction lors d'une collecte de données telle qu'effectuée dans le protocole de recherche de cette étude fait en sorte qu'il y ait beaucoup plus de chance qu'un des appareils flanche, contaminant ainsi les données enregistrées avec une désynchronisation ou un arrêt complet du processus. C'est pourquoi suite à vingt-huit collectes effectuées, plusieurs séries de données ont dû être abandonnées car incomplètes. Cela explique également la variabilité de la taille des échantillons. En effet, certaines séries de données, comme celle de l'appréciation de l'utilisabilité du site Web ayant pu être entièrement ou partiellement conservées.

Le fait que les hypothèses portant sur l'effort cognitif aient pu être supportées par l'électroencéphalogramme (EEG) mais non pas par l'électrocardiogramme (ECG) s'explique par plusieurs éléments. Tout d'abord, des problèmes techniques ont fait en sorte que quatre des premières séries de données produites ne contenaient pas de mesure ECG. Cela a donc eu pour effet de réduire l'échantillon ECG à une taille de quatorze répondants, en plus de débalancer la taille des groupes (six dans un par rapport à huit dans l'autre). La petite taille de l'échantillon pourrait donc expliquer la faible signification statistique des résultats. Mentionnons également que le calibrage (baseline) potentiellement erroné de l'appareil ECG pourrait être en cause.

Finalement, l'élicitation du script aurait pu produire de meilleurs résultats si les répondants avaient été mieux guidés dans leur élicitation. En effet, en spécifiant un niveau minimum de détails, les sujets auraient pu articuler leur script cognitif d'une manière plus près de celui qu'ils ont en mémoire. Le moyen choisi pour évaluer la richesse du script était très limité car les répondants ne disposaient pas de guide précis pour éliciter les événements et éventualités de leur script. Cela explique pourquoi l'hypothèse 6 n'a pas pu être supportée par des résultats concluants. Une autre manière d'évaluer la richesse des scripts devrait donc être élaborée afin de mieux capturer ces changements dans les scripts cognitifs.

Pistes de recherches futures

Les neurosciences appliquées au marketing, ou neuromarketing, constituent une discipline émergente, dans laquelle pratiquement aucune recherche n'avait été effectuée auparavant. Bien entendu, des recherches neurophysiologiques plus poussées permettront de comprendre davantage le fonctionnement du raisonnement du

consommateur ainsi que son comportement. Cette recherche exploratoire se veut un moyen d'ouvrir la voie vers tout un lot de découvertes qui permettront de mieux comprendre le comportement du consommateur et la manière dont il interagit avec les plateformes d'achats et l'image de marque de ces dernières. Dans un premier temps, les théories de marketing actuelles pourraient être vérifiées via des données capturées en temps réel via les appareils neuroscientifiques. Une foule d'explorations sont possibles, telles que l'implication apportée par les médias sociaux, la liberté du choix de la plateforme à utiliser et les éventuelles frustrations et impacts de cette dernière, l'effet de l'environnement de travail sur la cognition, sans compter toutes les comparaisons possibles entre les interfaces classiques et les interfaces mobiles. Il y a fort à parier que la réaction à une tâche à effectuer sur un appareil mobile et l'apprentissage de cette dernière a des impacts sur notre implication émotionnelle et cognitive, par exemple. Une partie des pistes de recherche concerne donc l'utilisation d'outils neuroscientifiques afin de confirmer les réponses à d'anciennes questions, mais également pour en élucider des nouvelles, particulièrement en marketing.

Cependant, les pistes de recherche concernent également l'utilisation de nouveaux outils ou encore une utilisation différente de ceux exploités au cours de cette étude. Par exemple, l'étude a démontré qu'à l'aide d'un électroencéphalogramme, il est possible de déceler des différences au niveau du travail cognitif effectué par différents types d'experts, sans toutefois pouvoir établir de tendances précises dans ces mêmes différences. Cela ouvre donc la voie à des études neuroscientifiques plus poussées, avec des appareils mieux organisés et un meilleur contrôle de la collecte de données en laboratoire. Un casque disposant de plus d'électrodes permettrait de mieux isoler les différents signaux, par exemple. Il serait également idéal de pouvoir procéder au même genre

de collecte de données, mais en utilisant un seul appareil, ou du moins en synchronisant le flux de données de tous les appareils de manière automatisée. Cela réduirait au maximum les manipulations et la consolidation de données, et par le fait même le risque d'erreur relié à l'intervention humaine.

Les chercheurs désirant continuer sur le chemin pavé par ce mémoire devraient donc s'équiper des meilleurs outils possibles, tels qu'un logiciel de synchronisation de données ou un appareil pouvant collecter tous les signaux à la fois, malgré le coût excédentaire engendré par ce choix. Toutefois, aussi devraient-ils s'armer de curiosité et de patience, étant donné l'aspect novateur de ce domaine au très fort potentiel.

Annexes

Annexe 1: Échelle d'appréciation de l'utilisabilité du site Web

Les répondants indiquaient leur appréciation des éléments suivants pour le dernier site web visité.

L'échelle utilisée était une échelle Likert de 1 à 7, 1 représentant "tout à fait en désaccord" et 7, "tout à fait en accord".

1. Ce site est facile à utiliser
2. Il est facile de trouver de l'information sur ce site
3. L'organisation et la mise en page de ce site facilitent la recherche d'informations.
4. La mise en page de ce site est claire et simple
5. Il est facile de se déplacer et de trouver ce que l'on cherche sur ce site.

Les affirmations utilisées sont tirées de l'échelle NetQual, développée par Bressolles & Nantel (2008).

Bibliographie

1. Abelson, R.P. (1981). « Psychological status of the script concept », *American psychologist*, vol. 36, no 7, p. 715.
2. Alba, J.W. et J.W. Hutchinson (1987). « Dimensions of consumer expertise », *Journal of consumer research*, p. 411-454.
3. Alluisi, EA, GD Coates et B.B. Morgan Jr (1977). « Effects of temporal stressors on vigilance and information processing », *Vigilance: Theory, operational performance, and physiological correlates*, p. 361-421.
4. Anderson, R.C. (1977). « The notion of schemata and the educational enterprise », *Schooling and the acquisition of knowledge*, p. 415-431.
5. Balasubramanian, S., R. Raghunathan et V. Mahajan (2005). « Consumers in a multichannel environment: Product utility, process utility, and channel choice », *Journal of Interactive Marketing*, vol. 19, no 2, p. 12-30.
6. Bar, M. (2009). « The proactive brain: memory for predictions », *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, vol. 364, no 1521, p. 1235-1243.
7. Bar, M. et M. Neta (2008). « The proactive brain: Using rudimentary information to make predictive judgments », *Journal of Consumer Behaviour*, vol. 7, no 4-5, p. 319-330.
8. Benbadis, Selim R *EEG Artifacts*. Récupéré le 30 Juillet 2012 de <http://emedicine.medscape.com/article/1140247-overview#a1>
9. Berka, C., D.J. Levendowski, M.N. Lumicao, A. Yau, G. Davis, V.T. Zivkovic *et al.* (2007). « EEG correlates of task engagement and mental workload in vigilance, learning, and memory tasks », *Aviation, space, and environmental medicine*, vol. 78, no Supplement 1, p. B231-B244.
10. BIOPAC *B-Alert X-10 Software Add-On*. Récupéré le Juillet 16 2012 de <http://www.biopac.com/Research-specifications.asp?Pid=5137>

11. Boucsein, W (1992). *Electrodermal activity*, New York, Plenum Press.
12. Boucsein, W. et R.W. Backs (2000). « Engineering psychophysiology as a discipline: Historical and theoretical aspects », *Engineering psychophysiology. Issues and applications*, p. 3-30.
13. Bower, GH, JB Black et TJ Turner (1979). « Scripts in memory for text », *Cognitive Psychology*, vol. 11, p. 177-220.
14. Breckler, S.J. (1984). « Empirical validation of affect, behavior, and cognition as distinct components of attitude », *Journal of personality and social psychology*, vol. 47, no 6, p. 1191.
15. Bressolles, G et J Nantel (2008). « The Measurement of Electronic Service Quality: Improvements and Application », *International Journal of E-Business Research*.
16. Cacioppo, Tassinary & Berntson (2000). *Handbook of psychophysiology*, 2^e éd., New York, Cambridge University Press.
17. Card, S.K., T.P. Moran et A. Newell (1986). *The psychology of human-computer interaction*, CRC.
18. CEFRIO *Indice du commerce électronique* Récupéré le 28 août 2012 de <http://www.indice-commerce-electronique.qc.ca>.
19. Cooper, J. et R.H. Fazio (1984). « A new look at dissonance theory », *Advances in experimental social psychology*, vol. 17, p. 229-266.
20. Cooper, J. et R.H. Fazio (1984). « A new look at dissonance theory », *Advances in experimental social psychology*, vol. 17, p. 229-266.
21. De Rivecourt, M., MN Kuperus, WJ Post et LJM Mulder (2008). « Cardiovascular and eye activity measures as indices for momentary changes in mental effort during simulated flight », *Ergonomics*, vol. 51, no 9, p. 1295-1319.
22. Gopher & Donchin (1986). « Workload: An examination of the concept », dans *Handbook of perception and human performance*, vol 2, New York, John Wiley and Sons, p. 1-49.

-
23. Dumais, S.T. (1981). « The development of automatism », *Cognitive Skills and Their Acquisition*, Hillsdale, NJ: Erlbaum, p. 111-140.
24. Eagly, A.H. et S. Chaiken (1998). « Attitude structure and function ».
25. Erasmus, A.C., E. Bishoff et GG Rousseau (2010). « The potential of using script theory in consumer behaviour research », *Journal of Family Ecology and Consumer Sciences/Tydskrif vir Gesinsekologie en Verbruikerswetenskappe*, vol. 30, no 1.
26. Fazio, R.H. et C.J. Williams (1986). « Attitude accessibility as a moderator of the attitude–perception and attitude–behavior relations: An investigation of the 1984 presidential election », *Journal of personality and social psychology*, vol. 51, no 3, p. 505.
27. Feather, N.T. (1996). « Values, deservingness, and attitudes toward high achievers: Research on tall poppies ».
28. Forrest-Pressley, D.L. et GE MacKinnon (1985). *Metacognition, Cognition, and Human Performance: Theoretical perspectives*, vol. 1, Academic Pr.
29. Gunstad, J., M.B. Spitznagel, F. Luyster, R.A. Cohen et R.H. Paul (2007). « Handedness and cognition across the healthy lifespan », *International Journal of Neuroscience*, vol. 117, no 4, p. 477-485.
30. Hirst, W., E.S. Spelke, C.C. Reaves, G. Caharack et U. Neisser (1980). « Dividing attention without alternation or automaticity », *Journal of Experimental Psychology: General; Journal of Experimental Psychology: General*, vol. 109, no 1, p. 98.
31. Jensen, O. et C.D. Tesche (2002). « Frontal theta activity in humans increases with memory load in a working memory task », *European Journal of Neuroscience*, vol. 15, no 8, p. 1395-1399.
32. Johnson, E.J., S. Bellman et G.L. Lohse (2003). « Cognitive lock-in and the power law of practice », *Journal of Marketing*, p. 62-75.

33. Katz, D. et E. Stotland (1959). « A preliminary statement to a theory of attitude structure and change », *Psychology: A study of a science*, vol. 3, p. 423-475.
34. Kramer, A.F. (1991). « Physiological metrics of mental workload: A review of recent progress », *Multiple-task performance*, p. 279-328.
35. Kumar, R. (2010). *Research methodology: A step-by-step guide for beginners*, Sage Publications Limited.
36. Lang, P.J. (1995). « The emotion probe: Studies of motivation and attention », *American psychologist*, vol. 50, no 5, p. 372.
37. Leong, S.M., P.S. Busch et D.R. John (1989). « Knowledge bases and salesperson effectiveness: a script-theoretic analysis », *Journal of Marketing Research*, vol. 26, no 2, p. 164-178.
38. Liu, C., R.W. White et S. Dumais (2010). « Understanding web browsing behaviors through weibull analysis of dwell time », *Proceeding of the 33rd international ACM SIGIR conference on Research and development in information retrieval*, p. 379IC386.
39. Malik, Marek (1996). « Heart rate variability Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use », *European Heart Journal*, vol. 17.
40. Martin, I (1991). « Expert novice differences in complaint scripts », *Advances in Consumer Research*, vol. XVIII, p. 225-231.
41. Mulder, LJM (1989). « Cardiovascular reactivity and mental workload », *International Journal of Psychophysiology*, vol. 7, no 2, p. 321-322.
42. Mulder, L.J.M. (1988). « Assessment of cardiovascular reactivity by means of spectral analysis », *University of Groningen*.
43. Newell, A. et P.S. Rosenbloom (1981). « Mechanisms of skill acquisition and the law of practice », *Cognitive skills and their acquisition*, p. 1-55.
44. Petty, R.E., J.T. Cacioppo et R. Goldman (1981). « Personal involvement as a determinant of argument-based persuasion »,

-
- Journal of personality and social psychology*, vol. 41, no 5, p. 847.
45. Petty, R.E. et D.T. Wegener (1998). « Attitude change: Multiple roles for persuasion variables », *The handbook of social psychology*, vol. 1, no 323, p. 320.
 46. Piaget, J. (1926). *Language and thought of the child*, New York, Harcourt Brace.
 47. Prislín, R., W. Wood et G.J. Pool (1998). « Structural consistency and the deduction of novel from existing attitudes », *Journal of Experimental Social Psychology*, vol. 34, no 1, p. 66-89.
 48. Rock, D. et Y. Tang (2009). « Neuroscience of engagement », *NeuroLeadership Journal*, vol. 2, p. 15-22.
 49. Roscoe, A.H. (1992). « Assessing pilot workload. Why measure heart rate, HRV and respiration? », *Biological psychology*, vol. 34, no 2, p. 259-287.
 50. Roth, Bozinoff & (1983). « Recognition memory for script activities: an energy conservation application », *Advances in Consumer Research*, vol. 10, p. 665-660.
 51. Schank, R.C. et R.P. Abelson (1977). « Scripts, plans, goals and understanding: An inquiry into human knowledge structures ».
 52. Sénécal, S., P.-M. Léger, M. Fredette et R. Riedl « Consumers' Online Cognitive Scripts: A Neurophysiological Approach », *Proceedings of the 33rd International Conference on Information Systems (ICIS)*.
 53. Shute, V.J. (1992). *Learning processes and learning outcomes*, DTIC Document.
 54. Stern, R.M., W.J. Ray et K.S. Quigley (2000). *Psychophysiological recording*, Oxford University Press, USA.
 55. Sutherland, Stuart (1995). *The Macmillan Dictionary of Psychology*, 2^e éd., Basingstoke, Macmillan Press.
 56. Svensson, E.A.I. et G.F. Wilson (2002). « Psychological and psychophysiological models of pilot performance for systems

- development and mission evaluation », *The International Journal of Aviation Psychology*, vol. 12, no 1, p. 95-110.
57. Szalma, JL et PA Hancock (2008). « Task loading and stress in human-computer interaction: theoretical frameworks and mitigation strategies », *Human-Computer Interaction*, p. 91.
58. Ungureanu, M., C. Bigan, R. Strungaru et V. Lazarescu (2004). « Independent component analysis applied in biomedical signal processing », *Measurement Science Review*, vol. 4, no 2, p. 1-8.
59. Van Roon, A.M., L.J.M. Mulder, M. Althaus et G. Mulder (2004). « Introducing a baroreflex model for studying cardiovascular effects of mental workload », *Psychophysiology*, vol. 41, no 6, p. 961-981.
60. Veltman, JA. (1993). « Measurement of pilot workload with subjective and physiological techniques », *Workload assessment and aviation safety*, p. 3.
61. Veltman, JA et AWK Gaillard (1996). « Physiological indices of workload in a simulated flight task », *Biological psychology*, vol. 42, no 3, p. 323-342.
62. Ward, R.D. et P.H. Marsden (2003). « Physiological responses to different WEB page designs », *International Journal of Human-Computer Studies*, vol. 59, no 1, p. 199-212.
63. Wilson, GF (2001). « In-flight psychophysiological monitoring », *Progress in ambulatory monitoring*, p. 435-454.
64. Wilson, G.F. (2002). « An analysis of mental workload in pilots during flight using multiple psychophysiological measures », *The International Journal of Aviation Psychology*, vol. 12, no 1, p. 3-18.
65. Woestenburg, JC, MN Verbaten et JL Slangen (1983). « The removal of the eye-movement artifact from the EEG by regression analysis in the frequency domain », *Biological psychology*, vol. 16, no 1, p. 127-147.
66. Zacks, R.T. et L. Hasher (1979). « Automatic and effortful processes in memory », *Journal of Experimental Psychology*:

General, vol. 108, no 3, p. 356.

67. Zanna, M.P. et J.K. Rempel (1988). « Attitudes: A new look at an old concept ».

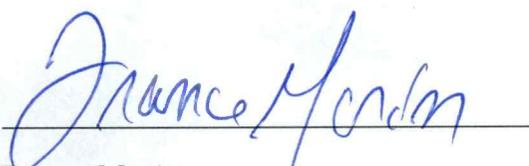
CERTIFICATION

Déclaration de transfert de support par numérisation

En conformité avec l'article 2842 du Code civil du Québec, je, soussignée, France Morin, affectée au transfert de support des documents par procédé de numérisation, déclare ce qui suit :

1. J'atteste que j'ai été désignée à titre de personne responsable de la conservation des documents par le Directeur du Service de la gestion des documents et des archives conformément à la délégation de pouvoir du Conseil d'administration de HEC Montréal adoptée par une résolution datée du 8 octobre 2009;
2. J'ai procédé à la numérisation de «Mémoire - A089W90480»
 - 2.1 Format d'origine : Papier
 - 2.2 Délai de conservation : 0308 "Thèse et mémoire - Gestion de l'évaluation de l'étudiant"
 - 2.3 Procédé de transfert : Numérisation
 - Numériseur : Paper Stream IP fi-6770 dj
 - Format de fichier : PDF/A
 - Résolution de l'image : 300 ppp
 - Mode colorimétrique : couleur
3. J'ai effectué cette opération à HEC Montréal, 5255, avenue Decelles, Montréal, Québec, le 15 février 2018;
4. Je certifie que lesdits documents ont été fidèlement numérisés et que les copies présentent la même information que les documents originaux;
5. En conformité avec l'article 17 de la *Loi concernant le cadre juridique des technologies de l'information*, l'intégrité des copies des documents reproduits est assurée par les garanties suivantes :
 - 5.1 le format PDF/A constitue un support non altérable et pérenne;
 - 5.2 les procédures de gestion des documents et archives adoptées par le Service de la gestion des documents et des archives de HEC Montréal et soutenant les activités de transfert de support respectent toutes les exigences du cadre législatif et réglementaire en vigueur au Québec;
 - 5.3 les conditions de conservation répondent aux normes archivistiques et de sécurité.

En foi de quoi, j'ai signé à Montréal



France Morin
Date : 15 février 2018

HEC MONTRÉAL
Service
de la gestion des documents
et des archives