

HEC MONTRÉAL

Les éléments qui facilitent l'apprentissage en ligne dans un contexte d'affaires

**Par
Robin Houenoussi**

*Mémoire par articles présenté en vue de l'obtention du grade de
Maîtrise ès science en gestion
(M.Sc.)*

Sous la direction de
Pierre-Majorique Léger, Ph.D. et Sylvain Sénécal, Ph.D.

**Science de la gestion
Option : Expérience Utilisateur dans un contexte d'affaires**

Jun 2020

© Robin Houenoussi 2020

Retrait d'une ou des pages pouvant contenir des renseignements personnels

Résumé

De plus en plus d'institutions professionnelles comme éducationnelles proposent des cours en ligne à de millions de personnes nécessitant une formation. La grande majorité de ces cours proposent une capsule vidéo comme seul et unique outil d'apprentissage. À travers ces capsules sont présentés des problèmes, des instructions et des théories afin d'acquérir un nouvel apprentissage. Dans le monde professionnel et le contexte de pandémie mondiale actuel, le nombre de ces formations en ligne à distance est en constante augmentation et la nécessité de prodiguer des nouvelles notions à distance est une priorité de nombreuses entreprises. Celles-ci sont souvent dépendantes de système d'informations pour leurs opérations quotidiennes et chaque modification de ce système doit être couverte par une remise à niveau. C'est pourquoi ce mémoire se concentre principalement sur l'impact du design des systèmes d'informations dans un contexte de formation en ligne. Dans un premier temps sera étudié au travers de deux études, l'impact des principes de design de système sur l'état émotionnel et cognitif d'un utilisateur. Dans un second temps, avec objectif de toucher une population plus professionnelle que scientifique, nous proposerons un deuxième article porté sur plusieurs bonnes pratiques à adopter en entreprise pour les gestionnaires afin d'améliorer les formations en ligne à distance.

Ce mémoire étudie dans son premier article l'impact du principe de simulation et celui de la personnalisation de système sur l'expérience vécue et perçue d'un utilisateur. Le principe de simulation consiste à apprendre à travers l'illustration. Un exemple du résultat à apprendre lors de la formation est premièrement exposé à l'utilisateur afin de créer un engouement et aussi démontrer les bienfaits du nouveau système. Le principe de personnalisation quant à lui consiste à adapter visuellement le système à ce que l'utilisateur connaît déjà afin de créer un sentiment d'appartenance et de déjà-vu. À travers une étude de 25 participants sur le principe de simulation et une autre étude 9 participants étudiant le principe de personnalisation, le premier article compare l'expérience vécue et perçue d'un utilisateur sur un système respectant ou non les principes de designs de systèmes définis auparavant. L'expérience vécue sera donc évaluée à l'aide de mesures implicites (psychophysiologiques) et l'expérience vécue sera évalué à l'aide de mesure explicites (questionnaires). Le deuxième article de ce mémoire vise à revenir sur des résultats de recherches récents et de proposer des solutions managériales afin d'améliorer les formations en lignes à distance. En se basant sur les résultats du premier article et en les complétant avec de la littérature

portant sur le même sujet, il vise à proposer des pratiques concrètes et réalisables pour aider les gestionnaires d'aujourd'hui à améliorer leurs formations à distance.

Notre recherche cherche donc à synthétiser la recherche déjà existante sur les formations en ligne ainsi que de combler le peu de recherche faite sur les designs de système dans un contexte d'apprentissage. Le but étant donc d'améliorer les pratiques reliées aux systèmes d'information dans un contexte de formation en ligne.

Mots clés : Formation utilisateur, Système d'informations, Test utilisateur, Apprentissage, Tutoriel vidéo, Mesures psychophysiologiques

Table des Matières

Résumé	viii
Liste des tableaux et des figures	xii
Listes des tableaux.....	xii
Listes des figures	xii
Liste des abréviations	xiii
Remerciements	xiv
Avant-propos	xv
Introduction.....	16
Mise en contexte et justification de l'étude.....	16
Objectifs de l'étude et questions de recherche	18
Informations sur les articles	19
Contributions et responsabilités personnelles	20
Chapitre 2 : Article 1	24
Personalization and Simulation: Systems Design Principles Applied to an E-Learning Experience	24
Abstract	24
Introduction	25
Literature Review	26
Cognitive Theory of Multimedia learning Systems	27
Design System Principles.....	28
Hypothesis Development.....	31
Simulation	31
Personalization	33
Methods.....	35
Study 1	35
Measures.....	38
Cognitive Experience.....	38
Emotional Experience.....	38
Perceived experience.....	39
Apparatus.....	40
Results	41
Study 1 Discussion	42
Study 2.....	43
Objectives	43
Design	43
Sample.....	44
Procedure	44
Measures.....	46
Results	46
Discussion : Study 2	47
General discussion.....	48
Conclusion.....	49
References	51

Chapitre 3 : Article 2	55
Formation des utilisateurs en mode COVID : Comment préserver l'engagement et favoriser les apprentissages	55
1. Favoriser des courtes capsules riches et dynamiques.....	56
2. Favorisez l'apprentissage actif pour créer de l'engagement	56
3. Testing, Testing, Testing ! Tester vos capsules auprès d'utilisateurs	57
Références :	58
Chapitre 4 : Conclusion	59
Rappel des questions de recherche de la méthodologie	61
Principaux résultats	61
Contributions théoriques	62
Implications managériales	62
Limites du mémoire et pistes de recherches futures.....	63
Bibliographie	65

Liste des tableaux et des figures

Listes des tableaux

Table 1 : Contributions et responsabilités personnelles.....	21
Primary Task Support Principles : Definition.....	30
Table 1 : Operationalization of the measures	39
Table 2 : Descriptive statistics - Study 1	41
Table 3 : Descriptive Statistics - Study 2 : Personalization	46

Listes des figures

Figure 1 : Description of tasks in each condition	37
Figure 2 : Experimental protocol	37
Figure A : Description of tasks.	44
Figure B : Experimental protocol	45

Liste des abréviations

EDA : «Electrodermal activity »

ERP : «Entreprise Ressource Planning»

EUT : « End-User Training»

MMLS : «Multimedia Learning System»

SAM scale : «Self-Assessed Manikin scale»

SI / IS : Système d'information / « Information System

TAM : «Technology Acceptance Model »

TI / IT : Technologie de l'information / «Information Technology »

UX : Expérience utilisateur / « User Experience »

Remerciements

Ces quelques mois ont été remplis de grandes réussites, d'essais et d'erreurs. Ils témoignent néanmoins de nombreux sacrifices, accompagnés de doutes et de remises en question, mais surtout d'apprentissages, de bonheur et d'accomplissements.

Mes premiers remerciements iront logiquement à mes co-directeurs de mémoire, M. Pierre-Majorique Léger et M. Sylvain Sénécal qui m'ont accompagné toute au long de cette expérience et ce, de manière enrichissante. Ils se sont appliqués à m'enseigner une nouvelle manière de structurer ma pensée, de façonner mon esprit critique et m'ont surtout appris à remettre en question le statu quo. Ce fut un immense privilège d'avoir bénéficié de leur connaissance et de m'avoir donné l'opportunité, il y a maintenant plus deux ans, de démarrer cette passionnante aventure au sein du Tech3Lab. J'aimerais aussi remercier mes supérieurs hiérarchiques, devenus mentors et amis : Bertrand, David. Merci pour toutes ces explications, ces conseils et ces heures passées à apprendre à vos côtés. Je voudrais également lever mon chapeau au reste de l'équipe opérationnelle du Tech3lab avec qui j'ai eu l'occasion de collaborer quotidiennement, qui fait un travail formidable pour permettre à tous les étudiants de donner vie à leurs projets. Un grand merci également aux deux statisticiens que j'ai côtoyés durant mon mémoire pour leur patience et de m'avoir formé sur de nombreux outils, Carl Saint-Pierre et Shang Lin Shen, merci infiniment.

J'aimerais bien évidemment remercier ma famille, qui a plus de 6000 km d'ici, a aussi fait de grands sacrifices tant sur le plan moral que financier pour me voir réussir aujourd'hui. Papa, Maman, Jade, Diane, merci infiniment d'avoir été un soutien inconditionnel durant toute cette aventure !

Je voudrais aussi remercier mes proches notamment Benjamin Maunier, Corentin Mercier, Anthony Parilla, Joaquim Puig et Jeanne Avron d'avoir su me remonter le moral lorsque j'en avais besoin.

Une mention plus que spéciale à Emma qui m'a supporté et encouragé au quotidien. Que ça soit au niveau émotionnel, académique ou psychologique tu as su rester positive et présente et pour cela je t'en remercie infiniment.

Pour finir, je voudrais remercier mon entreprise partenaire CN pour leur soutien financier et leurs précieux conseils. Votre aide m'a permis de réaliser cette recherche dans les meilleures conditions possibles.

Avant-propos

Ce mémoire a été rédigé par article suite à l'approbation de la direction du programme de la Maîtrise ès sciences en gestion en option Expérience Utilisateur dans un contexte d'affaires.

Les consentements des coauteurs des deux articles ont été obtenus afin de les inclure dans ce mémoire et ont été présentés plus haut.

Ce mémoire est divisé en deux articles. Le premier s'adresse à des lecteurs scientifiques ayant pour passion la neuroscience et l'éducation. Quant au deuxième, il s'adresse à une plus large audience de gestionnaires, employés et étudiants qui vivent couramment des formations en ligne de tout type.

Le premier article cherche à comprendre de quelle manière les principes de design d'un système d'informations infonuagique peuvent influencer une expérience d'apprentissage. Cet article est actuellement en révision finale pour être soumis dans la revue *Computer in Human Behavior* après la complétion du mémoire.

Le deuxième article tentera de confirmer et d'approfondir les résultats du premier article, en étudiant d'autres éléments qui rendent une formation à distance est plus engageante. Nous y observons de manière plus pratique quels sont les éléments que les gestionnaires peuvent mettre en place pour améliorer leur matériel de formation.

Introduction

Mise en contexte et justification de l'étude

Dans notre société actuelle, rares sont les entreprises qui peuvent opérer sans utiliser de système d'informations (SI). Pour celles d'entre-elles qui sont dépendantes de cette technologie, les défis et adaptations qui viennent avec sont récurrents (Bjelland & Haddara, 2018). En effet, les implantations technologiques sont connues pour être longues, onéreuses et fastidieuses. Après leurs succès d'implantation, le défi immédiat reste l'adoption et il perdure tout au long des mises à jour de système (Calvert & Seddon, 2006). La performance d'une entreprise peut alors reposer sur son habilité à exploiter son système informationnel (ou SI) et pour cela, requiert une bonne formation de ses utilisateurs (Gupta & Anson, 2014; Igarria et al., 1995). La formation présentielle telle que nous la connaissons, s'opère de moins en moins bien dans un monde accès sur l'immédiateté et la flexibilité (Giannakos, 2013). C'est pourquoi tout en maintenant des standards de qualité les entreprises se réorientent de plus en plus vers des cours en ligne de type ouvert et massif (communément appelé MOOC : Massive Open Online Course) (Giannakos, 2013). À travers ceux-ci, les entreprises tentent de persuader leurs futurs utilisateurs de la nécessité du changement. Par cette formation, elles appuieront donc sur la qualité, les motifs et l'utilité d'un changement de SI et c'est pourquoi les formations se doivent d'être le plus persuasives.

En 2016, environs 58 millions de personnes ont suivis des MOOC et ce nombre est en constante augmentation ; surtout dans un contexte de travail à distance (Allen & Seaman, 2015; Shah, 2016). Leur contenu est majoritairement composé de tutoriels vidéos qui exposent un matériel pédagogique (Guo et al., 2014; Hansch et al., 2015). Ces vidéos, varient de par leur format et leur contenu selon les moyens de leurs concepteurs. Les chercheurs dans le domaine s'accordent à dire que chaque changement dans le matériel présenté, à un impact sur l'apprentissage de son utilisateur et le coût de production de la vidéo (Chen, 2015; Da Silva, 2016; Guo, 2014; Hansch, 2015; Kizilcec, 2015). L'engagement induit par ces tutoriels vidéos est un sujet vastement étudié depuis de nombreuses années car il est synonyme dans bien des cas d'apprentissage ou de performance pour l'apprenant (Fredricks et al., 2004). En effet des études ont suggérés (Lee et al., 2014) qu'une vidéo qui contient seulement des diapositives engage plus les étudiants et permet un meilleur apprentissage par rapport à une vidéo qui inclut aussi l'avatar d'un enseignant.

L'un des principaux avantages de l'utilisation des tutoriels vidéos réside dans le fait que l'utilisateur peut regarder ces tutoriels de façon autonome, sans formateur, au moment qui est le plus opportun pour eux (van der Meij & van der Meij, 2013). Ceci implique toutefois que les tutoriels vidéo doivent être optimisés pour que les utilisateurs comprennent leurs contenus sans avoir à demander d'aide ou de clarifications (Shea & Bidjerano, 2010; Tversky et al., 2002). Comparativement à de la formation présentielle où le formateur peut s'adapter à l'état psychologiques de ces apprenants, les tutoriels vidéo se doivent d'être d'autant plus engageants (Tversky et al., 2002; Shea & Bidjerano, 2010). Des tutoriels trop longs ou proposant une densité informationnelle trop élevée peuvent en outre, présenter des impacts sur l'apprentissage (Mayer & Moreno, 2003). La segmentation des tutoriels vidéo est donc une méthode très utile pour palier à un manque d'engagement résultant en de pauvres performances. La segmentation des tutoriels vidéo est donc une méthode qui vise, de par un découpage plus court des instructions présentées comparé à un bloc d'instructions continu, à améliorer la performance d'apprentissage.

De plus, le design des systèmes d'informations peut jouer un rôle très important sur l'apprentissage (Fogg, 2003). De par la manière dont un SI est présenté, il peut persuader ou non son utilisateur de l'adopter (Oinas-Kukkonen & Harjumaa, 2009). Il est donc très important pour un concepteur de formation à distance de prendre en considération des notions plus visuelles du système afin de les accorder avec les tutoriels vidéo. Ces notions ou plus précisément principes de design de systèmes sont répertoriées dans différentes catégories selon la phase d'apprentissage (Oinas-Kukkonen & Harjumaa, 2008; Oinas-Kukkonen & Harjumaa, 2009; Torning & Oinas-Kukkonen, 2009). Dans le cadre d'une formation à distance telle que décrite plus haut, la phase la plus appropriée se nomme « Primary task support » et comporte 6 principes (Oinas-Kukkonen & Harjumaa, 2009). Ces principes ont chacun des impacts sur l'expérience vécue d'un utilisateur sur son système d'information (Mayer, 2005). Et malgré que beaucoup d'études ont été portées sur les formats de tutoriels vidéo, leurs segmentations, très peu se sont penchées sur l'impact sur l'état émotionnel et cognitif de l'adoption de ses principes de design de système en contexte de formation.

Plusieurs études suggèrent que les émotions et perceptions des utilisateurs influencent les utilisateurs dans leurs utilisations et adoptions de nouvelles technologies (Beaudry & Pinsonneault, 2005; Michel et al. 2012; Stein et al., 2015). Ces mesures dites implicites, capturent en temps réel la richesse du moment vécue par un utilisateur et ce, de manière inconsciente (Andreassi, 2000). Elles permettent d'évaluer l'état affectif et émotif d'un utilisateur au cours de leurs interactions

avec une interface (De Guinea et al., 2014). Ces mesures collectent en temps réel les manifestations physiologiques des utilisateurs à l'aide d'outils très précis et permettent de comprendre l'état affectif des utilisateurs (de Guinea et al., 2014; Ganglbauer et al., 2009; Maia & Furtado, 2016). Cependant, la littérature explore le manque d'explications et la différence entre émotions vécues et perçue (Cockburn et al., 2017; Bruun et al., 2016; Hetland et al., 2018). Ces dernières représentent explicitement ce qu'un utilisateur pense de son interaction avec un système (Bruun et al., 2016). Elles sont caractérisées par des méthodes auto déclarées comme des questionnaires ou entrevues (Moon et al., 2016; Nenonen et al., 2018; Rawson et al., 2013). Cependant, plusieurs études prouvent qu'il y a une différence entre les émotions vécues et perçues (Cockburn et al., 2017; Bruun et al., 2016; Hetland et al., 2018). Afin d'avoir une compréhension plus profonde des utilisateurs, la combinaison de mesures explicites et implicites est donc une forme de rassemblement de toutes les pièces du puzzle avant sa création (de Guinea et al., 2014; Ganglbauer et al., 2009; Maia & Furtado, 2016)

Objectifs de l'étude et questions de recherche

Ce mémoire a pour objectif d'étudier les différents éléments qui peuvent affecter l'apprentissage à distance dans un contexte de formation en technologies de l'information sur l'expérience vécue et perçue. À l'aide de mesure implicite et explicite l'expérience vécue et perçue sera donc étudié tout au long de notre recherche. Ensuite, à l'aide de la littérature existante et des recherches effectuée dans le domaine, nous proposerons trois bonnes pratiques afin de proposer une meilleure formation à distance de la part de gestionnaires.

Ainsi dans un premier temps, l'objectif de ce mémoire est de comprendre quels sont les principes de design de système qui vont avoir une influence sur l'expérience utilisateur dans un contexte d'apprentissage en ligne. À la suite de cela, le deuxième article proposera des façons d'améliorer les pratiques de formation en ligne à distance. Ainsi les questions de recherche de ce mémoire par article se présentent tel quel :

- Article 1 : Les principes de designs de systèmes ont-ils une influence sur l'expérience d'apprentissage vécue lors d'une formation à distance ?

- Article 2 : Quelles sont les bonnes pratiques à mettre en place afin d'améliorer l'expérience de formation en ligne d'employés ?

Informations sur les articles

Article 1

Le premier article de ce mémoire est présentement en préparation pour soumission dans la revue Computers in Human Behavior. Ce mémoire présente donc une version préliminaire de cet article.

Résumé article 1

L'objectif de cette recherche est d'explorer les principes de designs de systèmes sur l'expérience vécue et perçue d'un utilisateur. L'étude vise à évaluer l'impact des principes de simulation et de personnalisation sur l'expérience d'apprentissage d'un utilisateur. La première étude s'est concentrée sur le principe de simulation et la deuxième sur celui de personnalisation. Le principe de simulation signifie l'apprentissage par illustration. Il commence par l'illustration du résultat avant de présenter comment y arriver. C'est un moyen de stimuler l'engagement et d'attiser la curiosité de l'utilisateur. Dans cette première étude, le participant devait effectuer 5 tâches. Pour les 3 premières d'entre elles, il disposait d'un tutoriel vidéo et pour les deux dernières tâches il ne disposait que des instructions. Chacun des 25 participants étudiés étaient assignés de manière aléatoire à une condition A ou B. La condition A présentait un système générique, la condition B présentait un système respectant le principe de simulation. Les deux conditions étaient comparées ensuite à l'aide de mesures psychophysiologiques mais également de questionnaires. Aucun résultat ne fut assez probant pour prouver un impact du principe de simulation sur l'expérience vécue et perçue de l'utilisateur.

Le deuxième principe étudié était celui de la personnalisation. Il représente la contextualisation du système pour son utilisateur. Le système fut illustré et adapté au quotidien de l'utilisateur de manière visuelle. Les 9 participants ont eu à effectuer les mêmes 3 tâches sur un système personnalisé et sur un système non personnalisé. Pour ces mêmes tâches, 2 tutoriels étaient présentés pour les deux premières tâches et la dernière, seulement les instructions étaient proposées. Chaque participant a eu à effectuer les 3 tâches sur les deux systèmes et était assigné aléatoirement

à commencer soit par l'un soit par l'autre. Les résultats suggèrent qu'un système personnalisé améliore l'expérience vécue d'un utilisateur. Lors de son apprentissage, l'utilisateur a besoin d'une charge mentale moins élevée pour un système personnalisé que non personnalisé. Son engagement émotionnel est aussi plus positif à travers sa valence pour un système personnalisé.

Infos sur l'article 2

Le deuxième article a été soumis et accepté à la Revue CRHA dans une rubrique spéciale consacrée à la formation à distance dans le contexte du COVID-19.

Résumé article 2

Ce deuxième article axé sur le contexte professionnel se consacre à trois bonnes pratiques afin d'améliorer des formations en ligne à distance. Il se base sur la littérature, sur l'Article 1 et dans le contexte actuel de la crise sanitaire mondiale afin de proposer 3 pratiques à mettre en place dans les entreprises qui ont recours à de la formation à distance. L'article est donc un bon moyen d'accompagner les gestionnaires qui proposent des capsules vidéo à leurs employés afin de les former. Il met premièrement l'accent sur l'importance de créer des courtes capsules vidéos courtes enrichies afin de favoriser l'engagement des employés à travers la formation en ligne. Il met en évidence ensuite la nécessité de rendre l'apprentissage actif pour motiver l'employé et conseille finalement de procéder à des tests utilisateur sur le matériel de formation afin d'éviter les erreurs, la frustration et de gagner de la performance à long terme.

Contributions et responsabilités personnelles

Le premier article de ce mémoire a été réalisés dans le cadre de deux expériences effectuées au Tech3Lab de HEC Montréal. Le deuxième article proposé à un public plus large, est une illustration plus pratique du premier article et de la littérature existante.

Le tableau ci-dessous décrit ma contribution dans les différentes étapes des processus de réalisation des expérimentations et de l'écriture des articles qui en découlent. Ma contribution y est inscrite en pourcentage.

Table 1 : Contributions et responsabilités personnelles

Étape du processus	Contribution
Définition des besoins d'affaires du partenaire	Identification des besoins du partenaire industriel et transformation en question de recherche scientifique -50% <ul style="list-style-type: none"> • Projet fourni par le partenaire industriel • L'équipe du Tech3Lab a contribué à la définition de la question de recherche à partir du projet existant et des besoins du partenaire industriel ainsi que l'approche à privilégier pour y répondre.
Revue de littérature	Rédaction de la revue de littérature - 100%
Conception du design expérimental	Rédaction de la demande au CER et des demandes de changements - 85% <ul style="list-style-type: none"> • Projet s'inscrivant dans la continuité d'un projet précédent du Tech3Lab. • L'équipe du Tech3Lab s'est assuré que les demandes complétées au CER soient remplies adéquatement. Conception des protocoles des expériences - 100 % Création du matériel de formation pour les collectes - 100% <ul style="list-style-type: none"> • J'ai produit les tutoriels pour les collectes de données.
Recrutement des participants	Recrutement des participants - 90% <ul style="list-style-type: none"> • Le recrutement de quelques participants s'est fait par la plateforme de recrutement.

<p>Prétests et collectes de données</p>	<p>Article 1 :</p> <ul style="list-style-type: none"> o Étude 1 : 60% <ul style="list-style-type: none"> · L'équipe du Tech3Lab posait les instruments de mesure et donnait les instructions aux participants. · Supervision du bon déroulement des collectes et pour dépanner en cas de problème avec le système d'information. · Présence à presque toutes les collectes sauf quelques exceptions où un cours suivi coïncidait avec l'horaire de collecte. · Présence à distance pour assister lors de problèmes techniques en cas d'absence. <p>Article 1 :</p> <ul style="list-style-type: none"> o Étude 2 : 100% <p>Responsable de la collecte lors des prétests et de la collecte - 100%</p>
<p>Extraction et transformation des données</p>	<p>Extraction des données de test - 100%</p> <p>Transformation des données - 100%</p> <p>Triangulation des résultats - 100%</p>
<p>Analyse des données</p>	<p>Analyses statistiques - 65%</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aide par le statisticien du Tech3Lab pour les tests statistiques plus complexes. • Statistiques descriptives • Définition des besoins relatifs aux tests statistiques pour répondre aux questions de recherche • Vérification de la conformité des résultats <p>Interprétation des résultats - 85%</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aide par le statisticien du Tech3Lab pour les tests statistiques plus complexes.

Rédaction des articles	Rédaction du premier article scientifique -100% Rédaction du deuxième article de gestion – 100% • Les articles ont été améliorés grâce aux commentaires des coauteurs tout au long de la rédaction.
------------------------	---

Chapitre 2 : Article 1

Personalization and Simulation: Systems Design Principles Applied to an E-Learning Experience

Robin Houenoussi, Sylvain Sénécal, Shang Lin Chen, Pierre-Majorique Léger

HEC Montréal, 3000 Chemin de la Côte-Sainte-Catherine, Montréal, Qc, Canada H3T
2A7

{robin.houenoussi, sylvain.senecal, shang-lin.chen,
pierre-majorique.leger}@hec.ca

Abstract

Millions of cloud computing system users are routinely trained as a result of system upgrades. Indeed, many studies point to the many recurring system cycles and updates of cloud technologies. As a result, countless employees must constantly undergo training in order to keep up to date. Our research compares the experiences of users learning tasks on a new cloud system. Specifically, we focus on system design principles and how they affect a user's cognitive, emotional, and behavioral state. These design principles, called simulation and personalization, make it easier to use the system and perform tasks. The first study presented in the article consisted of 25 participants and focused on the principle of simulation. The second study presented next, with 9 participants, focused on the principle of personalization. The results show that personalizing the design of a system improves a user's learning experience.

Keywords : Multimedia, engagement, learning, design principle, system, neuroscience

Introduction

End-user training (EUT) has always been essential and a critical success factor in Information Technology (IT) implementation (Compeau & Higgins, 1995; Nelson & Cheney, 1987). The main objective of EUT is to produce a skilled user who can apply newly acquired knowledge to perform a job-related task (Gupta et al., 2010). Indeed, continuous user training has become essential to maintain users' ability to adequately use the system. IT research shows that insufficient training prevents organizations from fully realizing the benefits from their significant investments (Compeau & Higgins, 1995; Nelson & Cheney, 1987). Since its emergence, e-learning has increasingly been used in the field of education, but also in the professional world. As a result, the systems are constantly changing to adapt to new developments and preferences, while leaving room for continual change (Mayer & Ruth, 2016).

ERP systems need to be updated regularly in order to fix bugs, tighten security, extend current features or modules, convene market/legal regulations, to update processes and meet the needs of constantly evolving organizations (Calvert & Seddon, 2006; Ha & Ahn, 2014). In contrast with on-premise ERP, cloud technology users are not in control of the updates dates and decisions. They are linked and dependent on ERP vendors, and have to deal with unexpected changes (Haddara et al., 2015). To address this matter, companies use short and targeted eLearning material to provide additional training when required. Practitioners and researchers agree that cloud technology advancements dramatically change the daily life of an employee (Bjelland & Haddara, 2018). In particular, the increased use of Internet technologies to deliver training has been heralded as the 'e-Learning Revolution' (Welsh et al., 2003). And with this "revolution", systems and training must also follow the same rhythm. In order to avoid a big change as in on-premise ERP, cloud-based ERPs provide several updates per year in order to approach the change gradually (update systems). Despite the amount of research done on training and e-learning, many authors have focused only on the multimedia format (type of video), methods (free access of the multimedia or attending a video conference at a precise time) or instructions to improve training (Chen & Wu, 2015; Gupta et al., 2010; Kizilcec et al., 2015; Korving et al., 2015; Saadé et al., 2007; Wang & Antonenko, 2017).

However, very few have questioned more the specific design principles of a system in a learning context (Fogg, 2003; Hall et al., 2003; Oinas-kukkonen & Harjuma, 2008; Oinas-Kukkonen & Harjuma, 2009). For this reason, the basic foundations of learning according to Fredricks et al.

(2004) need to be addressed, with the most important notion being engagement. Moreover, Fogg (2003) and Oinas-Kukkonen & Harjumaa (2009) add that the quality of a system is also a key factor in learning a task. Hence, in order to enhance learning (Oinas-Kukkonen & Harjumaa, 2009) design principles must be respected. These design principles such as reduction, tunneling, tailoring, personalization, self-monitoring, simulation, rehearsal are the main components of a quality system.

Building upon the Persuasive Design Principle, Engagement and the Cognitive Theory of Multimedia Learning (Mayer, 2005; Oinas-Kukkonen & Harjumaa, 2009), we hypothesize that both principle, simulation (*systems that provide simulations can persuade by enabling users to observe immediately the link between cause and effect*) and personalization (*A system that offers personalized content or services has a greater capability for persuasion*) are likely to positively influence the cognitive and emotional experience of a learner (Fogg, 2003; Fredricks et al., 2004; Mayer, 2005, 2002; Oinas-Kukkonen & Harjumaa, 2009).

In order to test these hypotheses, we conducted two separate laboratory studies. The first study focuses on the principle of simulation, employing a between-subjects design. The second study, exploring the role of personalization, employed a within-subjects design.

This article therefore helps to assess the impact of system design principles on a learning task. Following Oinas' (2009) research, the current work contributes to literature on the design principles to be implemented in a system to improve user's experience. It will Fogg's (2003) research on the implementation of design principles in a system.

First, we will explain the literature on which our research is based as well as the hypotheses. Then, we will present the results of the first study (simulation) and the second study (personalization) in order to reach a more global discussion of our research.

Literature Review

Our research will employ Mayer's (2005) cognitive theory of multimedia learning, focusing on the notion of engagement. To do so, we will investigate the design principle of a system (Oinas-Kukkonen & Harjumaa, 2009), specifically the design principles of simulation and personalization.

Cognitive Theory of Multimedia learning Systems

Multimedia learning systems (MMLS) are a subset of e-learning technologies which bring together many components, including massive open online courses, infographic videos, and other presentation forms. The current research on MMLSs reports a lack of proper evaluation in terms of development, design, assessment and standards (Saadé et al., 2007). However, multimedia messages have been widely studied, and appear to be designed in light of how the human mind works.

The cognitive theory of multimedia learning (Mayer, 2005) assumes that the human information processing system includes several components for visual and verbal processing. This research suggests that each component has a limited capacity for processing, and active learning entails carrying out a coordinated set of cognitive processes during learning (Mayer, 2005).

Regarding the assimilation of knowledge, the cognitive theory of multimedia learning (Mayer, 2005) theorize a relationship between multimedia learning and cognitive process. The theory has been applied to describe the learning process involving multimedia elearning stimuli composed of visual stimuli, such as a video on a computer screen, and auditory stimuli, such as a voice over explaining material. The cognitive process with the aim of learning would have three steps. First, a person needs to actively use his senses (hearing, seeing) to perceive information. In others words, a person needs to be processing the incoming information for learning to happen. The incoming information will therefore be sent and processed in the working memory (Kizilcec et al., 2015). This brings us to the second step, where visual and auditory information are respectively treated in two different channels (Baddeley, 2003; Kizilcec et al., 2015). The visuospatial sketchpad will process the visual information, and the phonological loop will handle the auditory stimuli. Finally, the visuospatial sketchpad and phonological loop can process a limited amount of information at a time, due to the limited capacity of the working memory (Mayer, 2005). More recent literature confirms Mayer's work by suggesting that visual and verbal stimuli of the multimedia lecture are required for effective learning (Kizilcec et al., 2015; Korving et al., 2015). When both types of stimuli are proposed at the same time, engagement and learning performances have been reported to increase (Chen & Wang, 2011). However, due to the limited capacity of working memory, the amount of information presented needs to be controlled in order to enhance learning. Indeed, too much visual content can negatively affect a student's learning performance and engagement (Chen & Wang, 2011; Chen & Wu, 2015; Wang & Antonenko, 2017). In line with the cognitive theory of multimedia, research shows that large amounts of new information hinders the ability to form new long term memories, and thus, learn (Korving et al., 2015).

In addition, many studies emphasize the importance of engagement in the cognitive process of learning. Engagement is characterized by improving learning and retention. In our context, we use the research of Fredricks, Blumenfeld, & Paris (2004) that demonstrate the importance of engagement in achieving learning. In the field of education, Fredricks Blumenfeld and Paris (2004) propose a multidimensional definition of engagement, which is composed of cognitive, behavioral and emotional components. First, cognitive engagement occurs when a person is trying to understand new information (Fredricks et al., 2004). More precisely, it is the “psychological process involving attention and investment” (Smiley & Anderson, 2011). Secondly, behavioral engagement refers to several dimensions: conduct, work involvement and participation. Conduct is a positive behavior, such as showing up for class, or not spamming in forums. Work involvement is simply defined as the effort of doing the work. Participation means to be involved in extracurricular activities, to contribute to class discussions, to ask questions (Fredricks et al., 2004). Finally, emotional engagement is defined as spontaneous positive or negative reactions (Fredricks et al., 2004) that do not require cognitive effort (Gerber et al., 2008). Reactions can be discrete emotions such as interest, boredom, happiness, sadness and anxiety (Connell in Fredricks, 2004) and can be grouped under arousal (i.e., activation) and valence (Russell in Harley, 2015). Gerber et al (2008) define valence as a pleasant or unpleasant emotional state (e.g., happiness, sadness), while arousal describes a physiologically aroused or calm state (e.g., anxiety, boredom).

Hence, in multimedia learning, the quality of the learning material makes communication more efficient and leads to better engagement from students (Chang & Chang, 2012; Chen & Wang, 2011; Chen & Wu, 2015).

Design System Principles

Even if the quality of the learning instructions, the methods of EUT have been much studied, few have studied the design characteristics of a system, yet important for learning. In fact, studies conducted on MMLS have mainly focused on determining how to use internet-based tools/objects to support instructions, to assess user satisfaction (Welsh et al., 2003), and to characterize the internet-based learning student (Kim & Schniederjans, 2004; Lu et al., 2003). In past literature, the methods of EUT and their effectiveness have been studied, but much remains to be learned (Gupta et al., 2010). Indeed, a lot of researchers have stated that information quality has a positive

relationship with learning from a cognitive point of view (Zhang & Watts, 2008). Therefore, the quality of the information is a determining factor in user state and intent (Lin & Lee, 2007). The quality of the IS is therefore achieved through a persuasive system that adapts to change, remains competitive and satisfies all stakeholders (Zheng et al., 2013). In MMLS, several multimedia learning design principles already exist to improve the quality of information consisting of words and images (Mayer, 2005). These include the multimedia principle (using both words and pictures), the coherence principle (avoiding extraneous media), the modality principle (using narration rather than text), the spatial contiguity principle (placing words and pictures close together), and the temporal contiguity principle (presenting words and pictures at the same time). The empirical evidence for these principles is strong (Evans & Gibbons, 2007).

Although the design principles are well defined within MMLS literature, very few studies have focus on system design in the context of learning. There is a continuous need for research on how to design persuasive systems, and methods, for a clearer measurement of successful designs specifically within the field of learning. As of now, there are not many conceptual models or persuasive system design methodologies (Oinas-Kukkonen & Harjumaa, 2009). Empirically proven models would be of great value for the field. However, Fogg's (2003) behavior model provides an understanding of relationships between motivations, abilities and triggers, which is applicable to learning systems. In his research, Fogg (2003) presents design principles that conceptualize and help us understand what persuasive technology is. However, in his model, he fails to explain how these principles can be adapted to the reality of an Information System and subsequently implemented as a system feature. Thus, work by Oinas-Kukkonen and Harjumaa (2009) will be used to explain Fogg's (2003) research and how these principles can concretely be implemented in an IS. Their research explains the different categories of a persuasive design system. In particular, they describe the qualities of a system design in four categories; the task support, the dialogue support, the system credibility support and the social support.

As Oinas-Kukkonen and Harjumaa (2009) explain in their article, when learning or when in first contact with a system, a user will be in the category of Primary task support. Therefore, the current work focuses on the principles encompassed by primary task support. This category includes 6 principles of system design. These design principles relevant to primary task support, are as follows: reduction, tunneling, tailoring, personalization, self-monitoring, simulation, and rehearsal. Oinas-Kukkonen and Harjumaa (2009) define them as such:

Primary Task Support Principles : Definition

Principle	Definition
Reduction	<i>A system that reduces complex behavior into simple tasks helps users perform the target behavior, and it may increase the benefit/cost ratio of a behavior.</i>
Tunneling	<i>Using the system to guide users through a process or experience provides opportunities to persuade along the way.</i>
Tailoring	<i>Information provided by the system will be more persuasive if it is tailored to the potential needs, interests, personality, usage context, or other factors relevant to a user group.</i>
Personalization	<i>A system that offers personalized content or services has a greater capability for persuasion.</i>
Self-monitoring	<i>A system that keeps track of one's own performance or status supports the user in achieving goals.</i>
Simulation	<i>Systems that provide simulations can persuade by enabling users to observe immediately the link between cause and effect.</i>
Rehearsal	<i>A system providing means with which to rehearse a behavior can enable people to change their attitudes or behavior in the real world.</i>

Torning & Oinas-Kukkonen (2009) listed the design principles that have been most often studied and used. The current work explores the less studied principles in an effort to make a novel contribution to the literature in this field (Table 1 in (Torning & Oinas-Kukkonen, 2009)).

The chosen principles are therefore simulation and personalization. Oinas-Kukkonen & Harjumaa (2009) defines the principle of simulation as a persuasive system that can engage by enabling users to observe immediately the link between cause and effect. The main objective of this principle is to make the user want to use the system, and want to perform the task, in order to accomplish what is presented to them. By offering the user the result before performing the task, the simulation

principle attracts the user's attention. The goal is to motivate the user to learn how to do what has just been proposed. Much of the literature on engagement suggests that a learner will be more effective if he is intrinsically motivated (Fredricks et al., 2004). The principle of simulation is therefore a way to increase intrinsic motivation, and thus improve users' learning and effectiveness. As explained, systems are constantly changing and employees have to constantly update their knowledge of the systems, (Mayer & Ruth, 2016) which creates resistance to change (Rivard et al., 2011). Applying the simulation principle aims to present learning as rewarding, and a means to simplify their daily work. They will therefore not find this system update useless to learn and will be better able to use it. Oinas-Kukkonen & Harjumaa (2009) apply this principle to a nutrition website. An individual who sees the before and after pictures of other users of a nutrition program, are presented with a motivating final result. They will therefore be able to observe the progress and especially the result and will therefore be more likely to trust the platform and be motivated to follow his diet.

The second principle studied in this work is personalization. Oinas-Kukkonen & Harjumaa (2009) defines this as a system that offers customized content and service to its users. Explained earlier, employees often have multiple systems to use and learn, therefore sorting information and presenting personalized content is crucial. Indeed, as Oinas-Kukkonen & Harjumaa (2009) explain, presenting content and information that is not personalized to a user builds resistance. Learning something that is irrelevant or not applicable to their role in the company is often seen as a waste of time (Bjelland & Haddara, 2018). However, when content is appropriate for the user and their immediate needs, they will be more engaged and able to learn. An example that is applicable and often used in event planning, is a schedule proposal based on the user's preferences. Highlighting what the user prefers will simplify his life and improve his satisfaction.

Hypothesis Development

Simulation

Our main research objective is to analyze two principles of systems design that promote engagement and learning in a multimedia training task.

As explained above, the principle of simulation is defined by the presentation of the final result of a system to make the user want to learn how to use it. For example, a website that presents before/after results. The result is presented before and makes the user want to learn how to do it. The characteristics of a system have impacts on a learner's emotional, cognitive and behavioral engagement (De Guinea et al., 2014). As our literature review supports, the richness of a system and the quality of the multimedia presentation influence the cognitive engagement of the learner (Gorla et al., 2010; Zheng et al., 2013). A system that illustrates the cause and the objective of novel training is therefore more persuasive than a system that does not (simulation principle) (Oinas-Kukkonen & Harjumaa, 2009). This is why we assume that using the simulation principle will result in better learning, than training that does not take the simulation principle into account. We therefore assume that the cognitive load of the learner will be smaller when the system takes into account and presents the simulation principle.

H1a : Simulation positively influences the cognitive experience of a learner, i.e., lowering their cognitive load.

Using the principle of simulation, the system explicitly encourages the learner to complete the tasks in order to reach the presented objective (Oinas-Kukkonen & Harjumaa, 2009). If the cause is clearly explained, and the objective and final result are desired by the learner, then they will be intrinsically motivated to complete and succeed the task (Fredricks et al., 2004). The simulation principle of a system design should therefore increase the excitement and valence of a user compared to a system that does not employ this principle. We therefore propose, based on our literature review, that emotional engagement will be positively influenced by the principle of system simulation. Arousal is the reaction to an emotional stimulus characterized by a psychophysiological level of vigilance or a state of attention and represents the intensity of the emotion (Kandel et al, 2000). The arousal construct is used to contrast states of low arousal (e.g., calm) and high arousal (e.g., excitement) (Boucsein, 2012). In fact, arousal has been a largely used construct to study users' e-commerce experience, capacity to engage with the interface or even their willingness to re-purchase (Menona & Kahn, 2002).

H1b : Simulation will significantly positively increase the emotional arousal of a learner.

It is important to consider the role of emotions when talking about human-machine interaction (vom Brocke et al., 2020). Moreover, Valence is “the ‘positive’ and ‘negative’ character of an

emotion” and is measured in behavior, affect, evaluation, faces, adaptive value, etc. (Colombetti et al, 2005, p.103). With the valence construct it is possible to contrast states of pleasure (e.g., happy) and displeasure (e.g., unhappy), which are the direction of the emotional response (Boucsein, 2012; Lane et al, 1999). For example, this construct has been identified as a determining factor to measuring the frustration of students in a learning context with an intelligent tutoring system (Mello et al, 2005). The results of that study show that detecting negative valence earlier could improve students’ learning curve. Also, in e-commerce, positive valence has been used to predict higher intention to purchase on the website (Sheng & Joginapelly, 2012).

H1c : Simulation will significantly positively increase the emotional valence of a learner

In the education field, research suggests that in multimedia and general learning, the first step has to come from the learner and they have to perceive a value in what they are learning (Fredricks et al., 2004). It will enhance both performance and engagement. By only implicitly measuring a user's experience we may encounter bias. In order to have a global view of the experience and to avoid mono-method biases, it is always preferable to measure the experience both implicitly and explicitly (De Guinea et al., 2013). We must therefore apply ourselves to comparing the self-reported perceived experience with the physiologically measured lived experience to ensure the validity of our IS results. The perceived experience is one of arousal, pleasure and dominance (i.e : being in control). The principle of simulation will therefore enhance the learner's perceived cognitive and emotional experience. Thus, the simulation principle will positively influence the perceived experience of the learner.

H2a : Simulation positively influences the user perception of emotional arousal.

H2b : Simulation positively influences the user perception of pleasure.

H2c : Simulation positively influences the user perception of dominance.

Personalization

Much of the work presented above argues that the design of an IS must be made for the user, in terms of design and the training (Hall et al., 2003). This is why both the message conveyed by the MMLS and the design of the system must be customized for its future user (Mayer 2005). A design that is adapted to the user will therefore facilitate his understanding, limit his cognitive load, and

the complexity of the task. We therefore suggested that personalizing a system will have a positive effect on a learner's cognition.

H3a : Personalization positively influences the cognitive experience of a learner, i.e., lowering his/her cognitive load.

When completing a new task, a learner will rely on previously acquired knowledge. This is one of the main causes of resistance to change, as individuals will function using what they have mastered (GAT theory). Personalizing the system that seeks to elicit change, or learning, will facilitate the learning process. The learner will recognize their aspects that they have already mastered, and therefore, resistance to change will decrease (Oinas-Kukkonen & Harjumaa, 2009). Individuals will be much more committed to completing a task and will adopt a more positive outlook. We therefore suggest that personalization will positively influence the learner's emotional experience.

H3b : Personalization will significantly positively increase the emotional arousal of a learner.

H3c : Personalization will significantly positively increase the emotional valence of a learner.

As briefly explained above, there is a difference between lived experience and perceived experience (De Guinea et al., 2013). It is therefore possible that a user of a system may emit more or less positive emotions implicitly than what he or she explicitly thinks. It will therefore be important to see how personalization impacts the user's perceived experience.

H4a : Personalization positively influences the user perception of emotional arousal.

H4b : Personalization positively influences the user perception of pleasure.

H4c : Personalization positively influences the user perception of dominance.

Methods

To answer our research questions and test our hypotheses, we conducted two separate studies. The first study will be presented below and will be focused on the design principle of simulation. The second study focusing on personalization will be presented next.

Study 1

Objectives

To test research hypotheses H1 and H2, we conducted a first study. This study aimed to compare the learning experience of a system with and without a simulation feature.

Design

We used a between-subject design for our first study. The participants performed their tasks on Salesforce (classic version). All participants performed 5 tasks such as creating information like contacts, campaign reports and dashboards to updating a profile's information and finding specific information through dashboards accessible on the platforms used. Participants were randomly assigned to either condition A (without simulation) or condition B (with simulation). The design principle simulation is therefore the main element tested here. Condition A presented steps to arrive at a final task. Once the final task was reached, the result was presented. The simulation principle presented in condition B showed the user before each task the example of the final result. For example, when creating a marketing campaign, the participant had an illustration of the complete campaign before starting the task. The participant could therefore understand and imagine what he was going to have to do and this made his experience simpler.

Sample

Twenty-five volunteers (Average age: 26, SD:7.41) were recruited through our institution's student panel. Ten participants were women and fifteen were men (Buettner, 2015) . They all took part in a two-hour experiment approved by our institution's Research Ethics Committee. They each

received a 40\$ gift card as a compensation. Exclusion criteria were needing eye-glasses to use a computer, laser eye surgery, epilepsy, astigmatism, and psychiatric or neurological diagnoses that could influence measurement.

Two pretests were performed before starting the data collection, in order to assure that our instruments and the protocol were aligned with the objective. After each of these pre-tests, adjustments were made to the experimental protocol and standardized instructions based on feedback to make sure participants would clearly understand what was asked of them. These pre-tests also allowed us to put in place a realistic maximum completion time for each task in order to keep the experiment from going above the two hour timestamp.

Procedure

For the procedure of the experiment we followed the method of Alvarez and al. (2019). After signing a consent form we placed sensors in the palm of the participant's hands to measure arousal and make sure all the instruments were recording correctly. In order to measure the cognitive experience of a participant, eye movements and gaze patterns were recorded using an eye-tracker. Once the tools were in place and calibrated to the participant, we provided the tasks instructions. Before beginning the Salesforce tasks, a baseline physiological measurement was recorded while participants counted the number of white squares appearing in an animation on screen (Jennings et al., 1992).

The subjects were then randomly assigned to one condition. In each of the conditions encountered Participants were given the role of a Marketing department employee.

The difference between the conditions during this experiment was the presence of simulation when learning or not. The depth of explanation was therefore different for condition A (without simulation) and condition B (with simulation).

Moreover, for both condition the participant had to complete all of the 5 tasks asked. A single and brief training video was provided for the firsts three tasks. The last task did not offer a tutorial To study the effect of training, a single and brief training video was provided for the first three tasks. The last two tasks did not offer tutorial. Indeed, in order to see if there had indeed been a learning effect or a change in the participant experience (state) with the tasks and their training, the last two

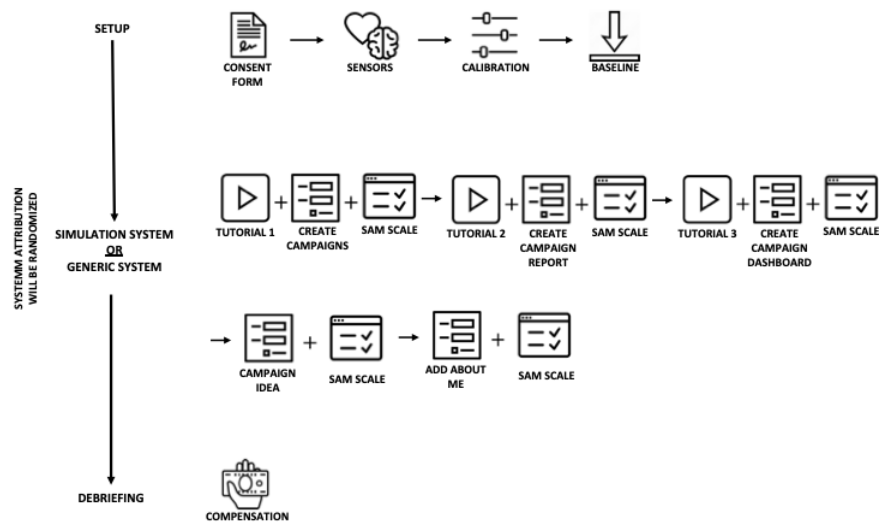
tasks did not have tutorials. The aim was to see which condition led to better results without training and therefore better learning in the first 3 tasks.

In Figures 1 and 2, you will find a description of those tasks and the overall experimental protocol of this study. After each task, pleasure, arousal and dominance were self-reported using the SAM scale (Bradley & Lang, 1994).

Figure 1 : Description of tasks in each condition

- Task 1: Create 3 new campaigns (Advertisement, Banner Ads, Referral Program)
- Task 2: Create a new campaign report
- Task 3: Create a new campaign dashboard
- Task 4: Create a new campaign idea, comment on other idea and promote another idea
- Task 5: Add “About Me” information in your profile

Figure 2 : Experimental protocol



Measures

To measure the experiment, we followed a method centred on the neurosciences (Charland et al., 2015; Riedl, R., & Léger, 2016). The implicit measures of cognitive load, valence and arousal were collected through neurophysiological sensors (ex. electrodermal activity (EDA), and facial expression recognition etc.). Explicit data were self-reported through questionnaires.

Cognitive Experience

In the field of learning, cognitive load and the way it is measured are key concepts to be taken into account (Léger et al., 2017). Eye-tracking data and cognitive load were recorded in Tobii Studio software (Tobii, Stockholm, Sweden) with a Tobii eye tracker. It has been well established that changes in cognitive load accompany effortful cognitive processing (Diricana & Mehmet, 2011). In fact, cognitive load is a concept associated with working memory in cognitive load theory (Diricana & Mehmet, 2011). Cognitive load can be defined as a multidimensional construct representing the load that performing a particular task imposes on the learner's cognitive system (Van Merriënboer & Paas, 1990). Eye trackers can be a source of physiological measures of cognitive load (Paas, 2003; Palinko et al., 2010).

Emotional Experience

Emotional arousal was measured by the standardized electrodermal activity (EDA). The skin conductance response or electrodermal amplitude, obtained through the measurement of the eccrine sweat glands, was used to measure the participants' excitement spectrum (Dawson, 2007). Sweat glands in the hands are activated by affective arousal, it is possible to convert the palmar sweating activity into the level of effective arousal (Dawson, 2007). A very low-voltage electric current is constantly passing through the two electrodes on the participant's hand, which is converted following Ohm's law. Two sensors were positioned on the participant's non-dominant hand to assess this measure. The Acqknowledge software (BIOPAC, Goleta, USA) software was used to record, store and analyze the data, to pinpoint specific moments of interest. For each participant, arousal is then modelled with a standardized score with an average score of Z ($z = \frac{EDA\ Value - EDA\ Average}{EDA\ Standard\ Deviation}$) (Boucsein, 2012).

Facereader v6.0 (Noldus, Wageningen, Netherlands) was used to capture the emotional valence. Using the Facial Action Coding System (FACS) developed by Ekman and Frijnsen (Ekman and Frijnsen, 1978), Facereader analyzes participants' facial muscle's movements in order to detect the 6 core emotions : happiness, sadness, anger, disgust, fear and surprise, with the addition of the neutral emotion (Loijens and Krips, 2018). This software quantifies the intensity of those emotions, scoring them between 0 and 1 (Loijens and Krips, 2018). The emotional valence is subsequently calculated from the intensity score of the emotions as the intensity of the only positive emotion, happy, minus the highest intensity between the negative emotions, which are sad, angry, scared, and disgusted (Loijens and Krips, 2018). Consequently, the emotional valence has a value between 0 and 1, from negative to positive (Loijens and Krips, 2018).

Perceived experience

Self-Assessment Manikin (SAM) questionnaire is employed to capture explicit perception of participants of valence and arousal. The SAM enables the measurement of pleasure, arousal, and dominance (control) using a non-verbal illustrated approach, which can be used to assess a subject's affective state in different experimental conditions (Bradley & Lang, 1994). There is empirical evidence that heart rate, EDA, as well as facial emotions are linked to arousal and pleasure as reported with the SAM. Whereas dominance is not as effective to determine an affective state as the other two (Bradley, 2014). Consequently, we use SAM to capture self-reported arousal and valence of participants after each task.

Table 1 : Operationalization of the measures

<u>Hypothesis</u>	<u>Construct</u>	<u>Measure</u>	<u>Measurement tool</u>
H1a	Cognitive experience	Cognitive load	Eyetracker (Tobii Studio)

H1b	Emotional arousal	Arousal	Electrodermal activity - EDA (Acknowledge software - Biopac, Goleta USA)
H1c	Emotional valence	Valence	Facial Emotion Recognition Facereader v6.0 (Noldus, Wageningen, Netherlands)
H2	Perceived experience	Pleasure Arousal Dominance	SAM Scale

Apparatus

The Acknowledge MP-150 software sampled data at 500Hz (BIOPAC, Goleta, USA). This was used to capture and analyze participant's electrodermal activity, giving us insight on their arousal and valence. Tobii Pro X2-60 was utilized to record pupil dilatation of participants during the experiment and later analyzed on Tobii studio. Once the calibration was completed by each participant, and judged relevant, the brakes of the participant's seat were activated in order to minimize movement and ensure good quality of the eye tracking data. For the valence, we used facial expression and the micro-movements of the facial muscles because they were instantaneous and unconscious (Ekman, 1993). Video and audio of each participant has been recorded with a webcam placed at the top of the computer screen they used to record participants' interaction with Salesforce. The recording software used was Media Recorder (Noldus, Wageningen, Netherlands) at a frequency of 30 frames per 55 second and a resolution of 800x600. Videos were then analyzed with the facial expression recognition software FaceReader™ (Noldus, Wageningen, Netherlands). The angle of the camera was controlled for, so that the sync box and the participants' face were both clearly visible at all times. Synchronization between all signals was done with the use of ObserverXT (Noldus, Wageningen, Netherlands), as recommended by Léger et al (2014 ; 2019 ; Léger, P. M., Courtemanche, F., Fredette, M., & Sénécal, 2018). Throughout the study, the experimental room temperature and humidity were kept constant.

Results

For the first study, the results of the descriptive statistics by condition are as follows.

Table 2 : Descriptive statistics - Study 1

		N	Mean	Std Dev
A (Without Simulation)	Valence	9025	-0,04	0,39
	Arousal	12462	-0,34	1,37
	Cognitive load	8037	0,11	0,37
B (With Simulation)	Valence	7907	0,01	0,34
	Arousal	12281	-0,07	1,89
	Cognitive load	7065	0,10	0,48

To determine if the simulation has an influence on the cognitive experience, we began by analyzing eye tracking data, by comparing the average cognitive load between all tasks (depending on the condition) and normalized it with respect to baseline for each participant for both conditions. We performed a linear regression using a random intercept model with cognitive load as the dependent variable, and system feature (simulation or no simulation) as the independent variable. The results show that there is no significant effect of simulation on cognitive load between conditions ($p = 0.0157$). Those results cannot give us enough evidence for confirming our hypothesis H1a.

To analyze arousal data, we calculated skin conductance level (SCL) for all tasks also and normalized it with respect to baseline for each participant. We performed a linear regression with a random intercept model, with SCL as the dependent variable and system feature (simulation or no) as the independent variable. The results show that there is no significant effect of simulation on SCL in both conditions ($p = 0.2618$). In light of these results, hypothesis H1b was rejected.

We analyzed facial recognition data and calculated Valence for all tasks. Data was normalized with respect to the baseline for each participant. We performed a linear regression with a random intercept model, with Valence as the dependent variable and system feature (simulation or no) as the independent variable. The results ($p = 0.0669$) show that there is no significant effect of simulation on valence in both conditions. This rejects our hypothesis H1c.

For the self-reported measures, we did a cumulative logistic regression, comparing conditions A and B. For the two-tailed tests, with $\alpha = 0.1$, there are no significant differences detected for each measure (dominance, pleasure and arousal). These results reject all of our three hypothesis (H2a, H2b, H3c).

Study 1 Discussion

In this first study, we can see that the results are not significant. This means that the simulation has no influence on a user's experience. It is interesting to note that the results of implicit and explicit measures are not significant. This shows that the difference between the two conditions, being exposed to a simulation or not, was an experience altering element when using an ERP. By comparing the results of the two study groups across conditions, neither condition is consciously or unconsciously preferred. It would therefore surely be interesting in the future to repeat the same experiment by asking the participant to perform the same tasks on both versions of the system. This would allow them to compare the versions, and to develop preferences and they could qualitatively describe. It might also be interesting to divide the tasks into several smaller tasks as well. This would allow more a precise evaluation of elements influencing the experiment.

It is important to mention the notion of control here. A participant who performed without simulation had more control than a participant who performed without it. Brown & Cairns (2004) explain in their research that the user's state is influenced by the feedback from the system, and by the control allocated to the user. It is therefore theoretically easier to complete the task when you have an example of it. Thus, if the control is different, and supposed to influence the experiment ; this may be an explanation for the lack of significant results.

Furthermore, as (Hall et al., 2003) mention, each web-based learning experience should be designed in a specific learning context for a particular type of user. In our study, the information presented was not tailored to a particular context or company. We will therefore propose a second study that will focus on the design principle of personalization.

Study 2

Objectives

To test H3 and H4, a second study was conducted. This study evaluate the effect of the design principle : personalization.

Design

This experiment used a within-subject design, where we compared a personalized system to a non-personalized one. Participants had to perform the same tasks on both versions of the system. Participants were randomly assigned to completing tasks on either the personalized platform first, and non-personalized condition second, or vice versa, to avoid preference and learning biases. In this study, participants had to perform the same tasks of creating a lead, contact and an opportunity in each of the conditions. Tasks were exactly the same in each version. The versions were visually different. The personalized version corresponded to a system contextualized to the image of the company (e.g. the company logo). It can also be the company's own vocabulary. Some companies differentiate their corporate language from their competition and may adopt different vocabularies from those presented in the generic videos (e.g. program/practice). The non-personalized version was a vanilla (generic) version of the system, which did not include any visual additions or modifications.

Sample

Nine participants (Average age = 24, $SD = 5.66$) were recruited through our institution's student panel, composed of 3 women and 6 men. They all took part in a one hour and a half experiment approved by our institution's Research Ethics Committee. They each received a 30\$ gift card as a compensation. The same exclusion criteria applied in the first study was used for this work. Again, two pretests were performed before starting the data collection, which helped the research team to put in place a realistic maximum completion time for each task, in order to keep the experiment from going above the two hour timestamp.

Procedure

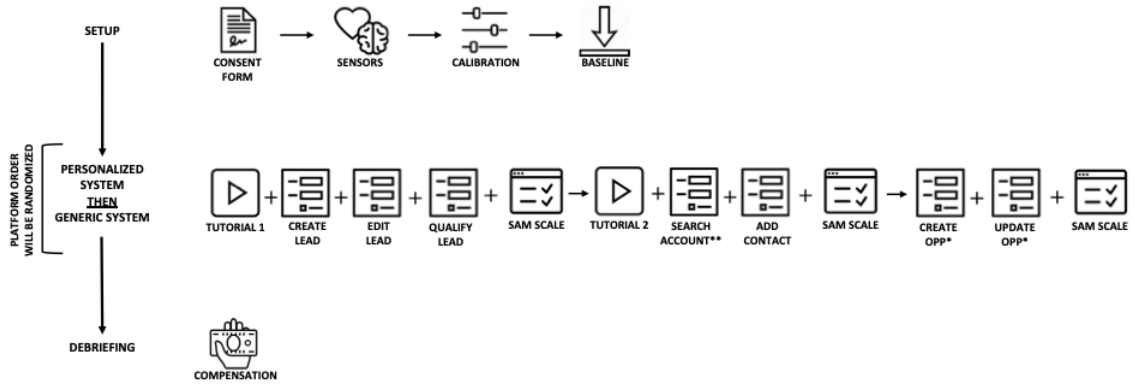
After signing a consent form we placed sensors in the palm of the participants' hands to measure arousal and make sure all the instruments were recording correctly. In order to measure the cognitive experience of a participant we recorded his eye movements and gaze patterns using an eye-tracker. Once the tools were in place, and calibrated, we provided instructions on the experimental procedure. In each of the conditions, participants were given the role of a Sales Ambassador of a multinational firm. Participants were randomly assigned to a condition. Condition A started with the personalized system and then the generic system, condition B began with the generic system and then performed the tasks on the personalized system. The participants had to complete all of the 3 tasks asked in each platforms.

As in the first study, a single and brief training video was provided for the firsts two tasks. The last task did not offer a tutorial. In Figure A you will find a description of those tasks and in the figure B the overall experimental protocol of this study. After each task, pleasure, arousal and dominance were self-reported using the SAM scale.

Figure A : Description of tasks.

- Task 1: Create, edit and qualify a new lead
- Task 2: Search and Add a contact
- Task 3: Create and update a new opportunity

Figure B : Experimental protocol



Measures

For the second study, we used the same tools and measures as in Study 1. See Summary Table 1 for more information.

Results

For the whole study, the results of the descriptive statistics by condition are as follows.

Table 3 : Descriptive Statistics - Study 2

		N	Mean	Std Dev
Personalized System	Valence	5902	0.01	0.46
	Arousal	6632	0.23	1.34
	Cognitive Load	5248	-0.69	1.20
Generic System	Valence	5570	-0.02	0.44
	Arousal	6373	0.37	1.57
	Cognitive load	4717	-0.27	1.17

To analyze cognitive engagement, we began by analyzing eye tracking data. Average cognitive load was compared between all tasks, within a condition, and data was normalized with respect to baseline for respective participant for both conditions. We performed a linear regression with a random intercept model, using cognitive load as the dependent variable, and system features (personalization or no personalization) as the independent variables. The results show that there is a significant effect of personalization on the cognitive experience ($p < .0001$). The cognitive load is

significantly lower for a personalized system than a generic system. These results confirm our hypothesis (H3a) that personalization has a positive influence on the cognitive experience of a learner.

To analyze arousal data, we calculated skin conductance level (SCL) for all tasks, and normalized it with respect to the baseline of individual participants. We performed linear regression with a random intercept model with SCL as the dependent variable, and system features (personalization or no personalization) as independent variables. The results show that there is no significant effect of personalization on both conditions ($p=0,1377$). This rejects our hypothesis H3b for both the versions.

We analyzed facial recognition data and calculated Valence for all tasks and normalized it with respect to baseline for each participant. We performed a linear regression with a random intercept model with Valence as the dependent variable, and system features (personalization or no personalization) as independent variables. The results ($p = 0,0123$) show that there is a significant effect on personalization on both versions. Arousal is significantly higher for a personalized system than for a generic one. This confirms our hypothesis H3c that personalization has a positive influence on the emotional experience of a learner.

For the self-reported measures, we did a cumulative logistic regression, comparing conditions A and B. For two-tailed tests ($\alpha = 0.1$), there are no significant differences detected for each measure (dominance, pleasure and arousal). Thus, these results reject all of our three hypotheses (H4a, H4b, H4c).

Discussion : Study 2

In light of the second study's results, we can suggest that the personalization of a system has an influence on the cognitive and the emotional experience of a learner (H3a). The results prove that it is easier for a participant to be engaged while completing a web task adapted to the company's design, than when interacting with a generic design. We also observed that the difference in valence between the system versions is significant (H3c). This means that personalizing the design of a system has a positive impact on the emotional experience of a participant (only in terms of

valence). A participant will therefore be more likely to be engaged when the system addressed to them has been designed for them (personalization) rather than if the design is generic. This supports the theory discussed in Hall et al. (2003) that the audience and the learning context must be taken into account when designing a learning task.

However, it should be pointed out that the personalization of a system does not cause a significant difference observable in either of the versions. This may be due to the participant's motivation to perform the task. In the context of a laboratory study such as this one, the participant will be less intrinsically motivated, and will see less benefits from completing the task. They will therefore have less intensity in their emotions due to an experimental bias. Indeed, according to Chapman (1997), the manifestation of a user's engagement manifests itself through their attention, motivation, curiosity and, above all, personal interest. Here, the participant's primary interest is motivated by the monetary gain of the experience and this can bias our results.

General discussion

The main contribution of this study is therefore that the quality of the system influences the learning experience. Our results confirm Hall (2003) and Oinas-Kukkonen' (2009) theories about the need to personalize one's system before training users. We can see that the effort of personalization will improve the user's experience by reducing its difficulty and improving the pleasure experience while using it.

The second contribution confirms Mayer's (2005) cognitive theory. Moreover, in this theory, multimedia and its qualities are evoked as decisive elements in a student's learning. Here we can see that systems that have been personalized, that have taken into account visual and auditory information, create a better emotional experience for users.

For the future of IS the industry and as proposed by Oinas-Kukkonen (2009), our results highlight the importance of focusing on the design of a system to persuade the user to learn. This notion is important for system designers, who must consider that each design element can have an impact on the learning experience of their intended users (Hall et al., 2003; Mayer, 2005; Oinas-Kukkonen & Harjumaa, 2009). It is also important that stakeholders in cloud technologies understand that the quality of a system can lead to better results in the long run. It is often a question of going for the

simplest, fastest and cheapest means because of a lack of time, yet this work highlights that the ends will be influenced (Hasan Al-Mamary et al., 2014; Zheng et al., 2013).

We can also use the fact that participants had no interpersonal relationship with the learning tasks they were experiencing (Jang, 2008). This can therefore influence the results obtained both positively and negatively. O'Brien and Toms (2008) demonstrate that engagement is a cycle that fluctuates over time. In other words, even if our first study does not present conclusive results, it is possible that all participants were engaged at one point in the study, and then disengaged afterwards. In this case, it means that the simulation may have had a cognitive or emotional effect for a short period of time but not enough to be reported.

This therefore raises a question about the use of principles (Oinas-Kukkonen & Harjumaa, 2009) and interpretation in relation to Fogg's (2003) work. Can these principles really be isolated and studied separately or should they be implemented together? More research on this subject would be interesting in order to confirm this assumption. (Oinas-kukkonen & Harjumaa, 2008; Oinas-Kukkonen & Harjumaa, 2009; Torning & Oinas-Kukkonen, 2009).

Moreover, As mentioned by Webster & Ho (1997) even though we were able to measure and isolate these variables, the experiences were presented to participants from a student panel, and not to specific employees. It is therefore possible that the results would be different if applied to this population. Trying to reproduce this research in a real business context could be interesting in order to compare the results and identify if the population does have an impact on the results of the experiment or not.

Conclusion

The purpose of this research was to learn more about the influence of system design in a distance learning context. Through system design principles, we wanted to understand what could improve a user's learning experience.

This paper presents the results of 2 studies on the principles of system design in a training context. The first study using the simulation principle (25 participants) and the second study with 9

participants, focusing on personalization lead to very different results. Our results prove that system design principles influence a user's experience in some cases.

In the case of the simulation principle, where the user sees the result before seeing how to achieve it, the effects of the design principle are not conclusive. Indeed, comparing one system with the simulation principle and another without seems to make no difference to the user. On the other hand, as far as the principle of personalization is concerned, we can see that the system integrating these characteristics seems simpler to use from a cognitive point of view, and brings more pleasure to the user (valence) to a user than a system that does not integrate personalized characteristics. The principle of personalization thus influences the user's experience in a learning context. For both studies, the perceived experience does not seem likely to be different for each version (H2 and H4). These results are therefore very interesting in order to present a concrete way to improve distance e-learning through system designs. A simple personalization of systems when creating trainings could be beneficial for long term results in companies.

References

- Agrawal, D., Das, S., & El Abbadi, A. (2011). Big data and cloud computing: Current state and future opportunities. *ACM International Conference Proceeding Series*, 530–533. <https://doi.org/10.1145/1951365.1951432>
- Baddeley, A. (2003). Working memory: looking back and looking forward. *Nature Reviews Neuroscience*, 4(10), 829.
- Bjelland, E., & Haddara, M. (2018). Evolution of ERP Systems in the Cloud: A Study on System Updates. *Systems*, 6(2), 22. <https://doi.org/10.3390/systems6020022>
- Calvert, C., & Seddon, P. B. (2006). The importance of ongoing ERP training and support. *ACIS 2006 Proceedings - 17th Australasian Conference on Information Systems*.
- Chang, T., & Chang, D. (2012). Enhancing learning experience with dynamic animation. *International Conference on Engineering Education*. University of Florida.
- Chen, C. M., & Wang, H. P. (2011). Using emotion recognition technology to assess the effects of different multimedia materials on learning emotion and performance. *Library & Information Science Research*, 33(3), 244-255.
- Chen, C. M., & Wu, C. H. (2015). Effects of different video lecture types on sustained attention, emotion, cognitive load, and learning performance. *Computers & Education*, 80, 108-121.
- Compeau, D. R., & Higgins, C. A. (1995). Computer self-efficacy: Development of a measure and initial test. *MIS Quarterly: Management Information Systems*, 19(2), 189–210. <https://doi.org/10.2307/249688>
- De Guinea, A., Titah, R., & Léger, P. M. (2014). Explicit and implicit antecedents of users' behavioral beliefs in information systems: A neuropsychological investigation. *Journal of Management Information Systems*, 30(4), 179–210. <https://doi.org/10.2753/MIS0742-1222300407>
- Evans, C., & Gibbons, N. J. (2007). The interactivity effect in multimedia learning. *Computers and Education*, 49(4), 1147–1160. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2006.01.008>
- Fogg, B. J. (2003). Computers as persuasive social actors. *Persuasive Technology*, 89–120. <https://doi.org/10.1016/b978-155860643-2/50007-x>
- Fredricks, J. A., Blumenfeld, P. C., & Paris, A. H. (2004). School engagement: Potential of the concept, state of the evidence. *Review of Educational Research*, 74(1), 59–109. <https://doi.org/10.3102/00346543074001059>
- Gerber, A. J., Posner, J., Gorman, D., Colibazzi, T., Yu, S., Wang, Z., Kangarlu, A., Zhu, H., Russell, J., & Peterson, B. S. (2008). An affective circumplex model of neural systems

- subserving valence, arousal, and cognitive overlay during the appraisal of emotional faces. *Neuropsychologia*, 46(8), 2129–2139. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2008.02.032>
- Gorla, N., Somers, T. M., & Wong, B. (2010). Organizational impact of system quality, information quality, and service quality. *Journal of Strategic Information Systems*, 19(3), 207–228. <https://doi.org/10.1016/j.jsis.2010.05.001>
- Gupta, S., Bostrom, R. P., & Huber, M. (2010). End-User Training Methods: What We Know, Need to Know. *Data Base for Advances in Information Systems*, 41(4), 9–39. <https://doi.org/10.1145/1899639.1899641>
- Ha, Y. M., & Ahn, H. J. (2014). Factors affecting the performance of Enterprise Resource Planning (ERP) systems in the post-implementation stage. *Behaviour and Information Technology*, 33(10), 1065–1081. <https://doi.org/10.1080/0144929X.2013.799229>
- Haddara, M., Fagerstrøm, A., & Maeland, B. (2015). Cloud ERP Systems: Anatomy of Adoption Factors & Attitudes. *Journal of Enterprise Resource Planning Studies*, 2015. <https://doi.org/10.5171/2015.521212>
- Hall, R. H., Watkins, S. E., & Eller, V. M. (2003). *WEB DESIGN A Model of Web Based Design for Learning*.
- Hasan Al-Mamary, Y., Shamsuddin, A., & Aziati, N. (2014). The Relationship between System Quality, Information Quality, and Organizational Performance. *International Journal of Knowledge and Research in Management & E-Commerce*, 4(3), 7–10.
- Kim, B. E. B., & Schniederjans, M. J. (2004). *THE ROLE OF in Web-based Distance Education Courses*. 47(3), 95–98.
- Kizilcec, Bailenson, J. N., & Gomez, C. J. (2015). The instructor's face in video instruction: Evidence from two large-scale field studies. *Journal of Educational Psychology*, 107(3), 724.
- Korving, H., Hernández, M., & Groot, E. De. (2015). Look at me and pay attention! A study on the relation between visibility and attention in weblectures. *Computers & Education*. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2015.11.011>
- Lin, H., & Lee, G. (2007). Determinants of success for online communities : an empirical study Determinants of success for online communities : an empirical study. *Behaviour & Information Technology*, October 2013, 37–41. <https://doi.org/10.1080/01449290500330422>
- Lu, J., Yu, C. S., Liu, C., & Yao, J. E. (2003). Technology acceptance model for wireless Internet. *Internet Research*, 13(3), 206–222. <https://doi.org/10.1108/10662240310478222>
- Mayer. (2005). Cognitive theory of multimedia learning. In *The Cambridge handbook of multimedia learning*, 41, 31-48.

- Mayer, R. E. (2002). Multimedia Learning (Department Multimedia Learning. *The Annual Report of Educational Psychology in Japan*, 41, 2372–2375. https://doi.org/10.1007/978-1-4419-1428-6_285
- Mayer, R. E., & Ruth, C. (2016). e-Learning and the Science of Instruction: Proven Guidelines for Consumers. In *Google Livres*. https://books.google.ca/books?hl=fr&lr=&id=v1uzCgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR17&dq=multimédia+learning+use&ots=TMBKiF9J9i&sig=wF3fKmmfE-e00PuU56-OkeopaYs&redir_esc=y#v=onepage&q=multimédia+learning+use&f=false
- Nelson, R. R., & Cheney, P. H. (1987). Training end users: An exploratory study. *MIS Quarterly: Management Information Systems*, 11(4), 547–559. <https://doi.org/10.2307/248985>
- Oinas-kukkonen, H., & Harjumaa, M. (2008). *A Systematic Framework for Designing and Evaluating*. June. <https://doi.org/10.1007/978-3-540-68504-3>
- Oinas-Kukkonen, H., & Harjumaa, M. (2009). Persuasive systems design: Key issues, process model, and system features. *Communications of the Association for Information Systems*, 24(1), 485–500. <https://doi.org/10.17705/1cais.02428>
- Ortiz De Guinea, Titah, R., & Léger, P. (2013). Measure for Measure : A two study multi-trait multi-method investigation of construct validity in IS research q. *Computers in Human Behavior*, 29(3), 833–844. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2012.12.009>
- Paas, F. (2003). *Cognitive Load Measurement as a Means to Advance Cognitive Load Theory*. July 2014. <https://doi.org/10.1207/S15326985EP3801>
- Palinko, O., Kun, A. L., Shyrovkov, A., & Heeman, P. (2010). Estimating cognitive load using remote eye tracking in a driving simulator. *Eye Tracking Research and Applications Symposium (ETRA)*, 141–144. <https://doi.org/10.1145/1743666.1743701>
- Rivard, S., Lapointe, L., & Kappos, A. (2011). An Organizational Culture-Based Theory of Clinical Information Systems Implementation in Hospitals * An Organizational Culture-Based Theory of Clinical. *Journal of the Association for Information*, 12, 123–162.
- Saadé, R., Nebebe, F., & Tan, W. (2007). Viability of the “Technology Acceptance Model” in Multimedia Learning Environments: A Comparative Study. *Interdisciplinary Journal of E-Skills and Lifelong Learning*, 3, 175–184. <https://doi.org/10.28945/392>
- Smiley, W., & Anderson, R. (2011). *MEASURING STUDENTS ' COGNITIVE ENGAGEMENT ON ASSESSMENT TESTS : A CONFIRMATORY FACTOR ANALYSIS OF THE SHORT FORM OF THE*. 17–28.

- Torning, K., & Oinas-Kukkonen, H. (2009). Persuasive system design : State of the art and future directions. *ACM International Conference Proceeding Series*, 350. <https://doi.org/10.1145/1541948.1541989>
- Wang, J., & Antonenko, P. D. (2017). Instructor presence in instructional video: Effects on visual attention, recall, and perceived learning. *Computers in Human Behavior*.
- Welsh, E. T., Wanberg, C. R., Brown, K. G., & Simmering, M. J. (2003). *E-learning : emerging uses , empirical results and future directions*. 245–258.
- Zhang, W., & Watts, S. (2008). Information Adoption in Two Online communities Capitalizing on Content : Information Adoption in Two. *Journal of the Association for Information Systems Capitalizing on Content*, 9(2), 73–94.
- Zheng, Y., Zhao, K., & Stylianou, A. (2013). The impacts of information quality and system quality on users' continuance intention in information-exchange virtual communities: An empirical investigation. *Decision Support Systems*, 56(1), 513–524. <https://doi.org/10.1016/j.dss.2012.11.008>

Chapitre 3 : Article 2

Formation des utilisateurs en mode COVID : Comment préserver l'engagement et favoriser les apprentissages¹

Robin Houenoussi, Pierre-Majorique Léger et Sylvain Sénécal

Tech3Lab

HEC Montréal

En ce temps de distanciation sociale, la formation à distance des employés devient absolument nécessaire. De nombreuses organisations ont dû développer dans l'urgence de la situation des formations en ligne. Force est de constater qu'il n'est pas facile de créer des formations en ligne engageantes qui assurent un apprentissage efficace d'outils technologiques. Lorsque la formation est bien conçue et que le matériel pédagogique est adapté, les résultats peuvent être spectaculaires. Toutefois, on constate trop souvent des initiatives qui mènent à un matériel soporifique résultant à une vaste perte de temps et de ressources. De plus, dans le contexte actuel du télétravail obligatoire, l'attention cognitive nécessaire à la formation peut être rudement mise à l'épreuve compte tenu des nombreuses distractions que nous subissons tous dans nos foyers. Les concepteurs de formation doivent donc redoubler d'efforts pour maintenir la concentration des employés en formation et créer des expériences d'apprentissages optimales.

Au cours des dernières années, l'équipe de recherche du Tech3Lab, un laboratoire de recherche de HEC Montréal spécialisé en expérience utilisateur, s'est penchée sur la question au sein de plusieurs projets de recherche portant sur la formation efficace et engageante des utilisateurs. L'originalité de nos recherches repose sur notre utilisation de mesures neuroscientifiques visant à évaluer avec précision l'état cognitif et émotionnel afin de mieux comprendre comment les utilisateurs peuvent apprendre à maîtriser plus rapidement les technologies de l'information. Voici quelques conseils pour les concepteurs de formation en ligne qui s'appuient sur nos résultats de recherche.

¹ L'article a été accepté et publié dans la revue CRHA. Dû aux délais créés par la Covid-19, la date de publication n'est pas connue.

1. Favoriser des courtes capsules riches et dynamiques

Rien n'est plus ennuyant qu'un long plan fixe sur le formateur. L'encapsulation au sein de courts segments dynamiques peut faire toute la différence pour maintenir l'engagement de l'apprenant. Évidemment, le coût de telle capsule est plus élevé et nécessite un montage vidéo. Des données récentes suggèrent que ce montage peut représenter 25% du coût total de la vidéo (Kizilcec et al., 2015). Cet investissement en vaut-il la peine ? La réponse est oui. Lors d'une étude récente menée au Tech3lab en collaboration avec edX (Lackmann et al., 2019), nous avons comparé deux groupes d'utilisateurs exposés à la même formation. Un groupe était exposé à une formation de type magistrale avec une caméra fixe. L'autre groupe devait visionner une formation équivalente de même durée, narrée par le même formateur, mais avec un montage enrichi. Les résultats sont sans équivoques : les vidéos riches et courtes préservent l'engagement émotionnel sur une plus longue période et augmentent la rétention des apprentissages.

2. Favorisez l'apprentissage actif pour créer de l'engagement

Il faut éviter à tout prix les formations uniquement passives. Le concepteur de la formation doit utiliser des approches astucieuses pour mobiliser activement l'apprenant afin de préserver son engagement. En effet, l'engagement de l'apprenant peut être stimulé de plusieurs manières. Par exemple, il est possible d'engager l'utilisateur en introduisant des éléments d'interaction et de résolution de problème aussi souvent que possible. D'ailleurs, une étude récente du Tech3Lab menée en collaboration avec le Compagnie des chemins de fer nationaux du Canada (CN) dans le contexte de la formation en ligne d'une nouvelle application de gestion de la clientèle, suggère que l'engagement au sein de la formation est encore plus grand lorsqu'on prend la peine d'adapter et de personnaliser les tâches interactives au contexte de l'utilisateur (Houenoussi et al., 2020).

Une autre manière très efficace de générer l'engagement en contexte de formation à distance est de jouer sur le volet émotionnel. L'engagement émotionnel de l'apprenant stimule sa motivation intrinsèque et mène à une cristallisation des apprentissages (Léger et al., 2014). Pour stimuler l'engagement émotionnel, l'équipe de recherche du Tech3lab a testé l'efficacité de la ludification au sein de formation à distance. La ludification est l'intégration de mécanismes de jeu dans des processus qui n'ont pas pour vocation première d'être ludiques (Hamari et al., 2014). Par le biais de jeux sérieux, nos résultats suggèrent que la ludification d'une formation à distance est non

seulement possible, mais elle mène à une plus grande perception de compétences des utilisateurs à la fin de la formation, surtout en matière de résolution de problèmes.

3. Testing, Testing, Testing ! Tester vos capsules auprès d'utilisateurs

Difficile de développer une bonne formation en ligne du premier coup. Il faut se donner la chance d'itérer et d'améliorer le matériel de formation avant de le partager aux utilisateurs. Même en temps normal, la formation des utilisateurs est trop souvent développée dans l'urgence à la fin d'un projet en raison de retard de développement logiciel. En formation à distance, il peut être encore plus dommageable de ne pas tester préalablement et convenablement le matériel.

Une étude récente du Tech3Lab et de la firme Deloitte menée dans le contexte d'une vaste implantation d'un logiciel infonuagique dans une multinationale québécoise, suggère que de prétester avec 10 utilisateurs suffit pour réduire près de 80% les éléments d'incompréhension et de frustration d'une formation en ligne (Lamontagne et al., 2020). En d'autres termes, tester vos formations vous permettra de soulever les points qui ne sont pas clairs, pas pertinents et inutiles pour vos employés. Au final, cela vous permettra de rectifier le tir. Ainsi, prendre le temps de tester vos formations vous permettra sur le long terme d'améliorer l'expérience d'apprentissage de vos employés, mais surtout leur performance au travail.

En conclusion, les travaux de recherche du Tech3Lab montrent que des capsules vidéos adaptées au contenu à transmettre, structurées pour soutenir la motivation des employés et pré-testées auprès d'un petit nombre d'employés vous permettront d'optimiser vos formations en ligne. En d'autres mots, il s'agit de mettre l'employé au centre du processus de création de formations afin d'améliorer à terme sa performance et, par le fait même, la productivité de votre organisation.

Références² :

- Hamari, J., Koivisto, J., & Sarsa, H. (2014). Does gamification work? - A literature review of empirical studies on gamification. *Proceedings of the Annual Hawaii International Conference on System Sciences*, 3025–3034. <https://doi.org/10.1109/HICSS.2014.377>
- Houenoussi, R., Léger, P., & Sénécal, S. (2020). *Les éléments qui facilitent l'apprentissage en ligne dans un contexte d'affaires*. HEC Montréal.
- Kizilcec, Bailenson, J. N., & Gomez, C. J. (2015). The instructor's face in video instruction: Evidence from two large-scale field studies. *Journal of Educational Psychology*, 107(3), 724.
- Lackmann, S., Léger, P., & Sénécal, S. (2019). *L'influence du format vidéo sur l'engagement et l'apprentissage dans le contexte de cours en ligne : une perspective neuroscientifique*. HEC Montréal.
- Lamontagne, C., Sénécal, S., Fredette, M., Chen, S. L., Pourchon, R., Gaumont, Y., De Grandpré, D., & Léger, P. M. (2020). User test: How many users are needed to find the psychophysiological pain points in a journey map? *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 1018, 136–142. https://doi.org/10.1007/978-3-030-25629-6_22
- Léger, P. M., Davis, F. D., Cronan, T. P., & Perret, J. (2014). Neurophysiological correlates of cognitive absorption in an enactive training context. *Computers in Human Behavior*, 34, 273–283. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2014.02.011>

² L'article a été accepté et publié dans la revue CRHA. Dû aux délais créés par la Covid-19, la date de publication n'est pas connue.

Chapitre 4 : Conclusion

Le but principal de ce mémoire était de comprendre et de proposer de manière concrète des éléments à mettre en place pour améliorer la formation en ligne à distance. Dans un premier temps et de manière scientifique, nous avons effectué une recherche en laboratoire afin de démontrer quels éléments d'un design de système pouvait influencer l'apprentissage à distance. Ensuite et sous forme plus managériale, nous avons recueilli des résultats de plusieurs expériences neuroscientifiques afin de donner des éléments et des notions concrète à mettre en place pour améliorer de manière globale une formation en ligne à distance.

Ce mémoire avait donc plusieurs objectifs et a été réalisé en plusieurs étapes. Le premier objectif réalisé en deux étapes, était de comprendre si les principes de design de système avaient un impact sur l'expérience vécue et perçue d'un utilisateur lors d'une tâche de formation à distance. La première étape de cette recherche consistait à déterminer si le principe de design ; nommé *simulation*, pouvait être avoir un impact cognitif ou émotionnel sur l'utilisateur. Ce principe consiste à présenter dans le système, le résultat avant de présenter comment y arriver. La deuxième étape et étude faite dans cette recherche fut l'étude du principe de *personnalisation* d'un système. Défini à travers l'illustration, la contextualisation et le design d'un système, nous voulions comprendre si cela avait un effet sur l'expérience cognitive et émotionnelle d'un utilisateur.

Afin d'appliquer notre recherche pour le monde professionnel, notre deuxième objectif était donc de mettre en évidence de bonnes pratiques afin d'améliorer la formation en ligne à distance dans un contexte plus que particulier. Plus spécifiquement, ce mémoire nous a permis d'observer l'impact positif que la personnalisation d'un système avait sur l'expérience cognitive et émotionnelle d'un utilisateur dans un contexte d'apprentissage. Il nous a aussi permis de mettre en place des pratiques pour les gestionnaires qui souhaitent améliorer la formation en ligne à distance dans leurs compagnies. Ce mémoire est donc une tentative de compréhension et d'amélioration des éléments qui impactent de manière positive un utilisateur lors d'une de formation en ligne à distance.

Pour atteindre le premier objectif, deux expériences ont été menées. La première étude a été menée en laboratoire avec la participation de 25 participants. Ceux-ci devaient effectuer des tâches précises après avoir suivi une formation utilisateur composée de 5 tâches. Pour les 3 premières tâches ils disposaient de tutoriels vidéo pour faciliter la compréhension au système. Pour les deux dernières les participants devaient simplement suivre les instructions et se référer à l'apprentissage

acquis au cours des 3 premières tâches. Chaque participant était assigné aléatoirement à une des deux conditions qui présentait un système. L'une des conditions représentait un système présentant des notions de simulation et l'autre non. Un participant ne pouvait être assigné qu'à une des deux conditions et donc ne pouvait comparer les deux systèmes.

Pour compléter le premier objectif, une deuxième étude a été menée. Sur la base de la première expérience, les participants avaient plusieurs tâches à effectuer sur un système présentant des notions de personnalisation et un système sans. Cette fois-ci, 3 tâches étaient demandées à effectuer sur le système personnalisé et 3 tâches à effectuer sur le système non personnalisé. Ces tâches étaient exactement les mêmes pour les deux systèmes. Elles disposaient pour les 2 premières tâches de chaque système un tutoriel vidéo ainsi que des instructions. Pour la dernière tâche, le participant devait se référer à ses apprentissages lors des 2 premières tâches car il ne disposait que des instructions. À la différence de la première étude, le participant devait effectuer l'expérience sur les deux systèmes l'un à la suite de l'autre. Il était assigné de manière aléatoire à commencer par un système ou l'autre. Les deux expériences évaluaient de manière implicite et explicite l'expérience utilisateur. À l'aide de mesure physiologiques, la valence émotionnelle, l'activation émotionnelle et la charge cognitive était mesurée. Ces trois mesures, évaluées respectivement à l'aide du logiciel Facerader, Acknowledge et Tobii Studio, furent la représentation implicite de l'expérience du participant. Le questionnaire « SAM Scale » quant à lui, était responsable de l'évaluation de l'expérience de manière explicite. Chaque participant recevait à la fin de son expérience quel que soit laquelle une compensation sous forme d'une carte cadeau COOP HEC. Ces deux expériences ont permis de rédiger le premier article de ce mémoire présenté au chapitre 2.

En ce qui concerne le deuxième objectif de ce mémoire, il illustre la mise en pratique de la recherche effectuée dans le premier article de ce mémoire combiné à beaucoup de recherche passée. Il représente de manière pratique, éditoriale et commune comment améliorer les pratiques de formation en ligne à distance. En d'autres termes, il fait le pont entre la recherche scientifique faite auparavant et l'expérience utilisateur dans un contexte d'affaires.

Ce chapitre est donc une remise en contexte des questions de recherche de ce mémoire, des principaux résultats obtenus, ainsi que des contributions pratiques, théoriques et des implications managériales qu'elles impliquent. Finalement, les limites ainsi que les pistes de recherches futures seront évoquées.

Rappel des questions de recherche de la méthodologie

L'objectif de ce mémoire était d'étudier et de proposer une manière d'améliorer l'expérience utilisateur vécue et perçue dans un contexte de formation utilisateur. Pour cela, les questions de recherche de ce mémoire sont présentées ci-dessous :

- Article 1 : Les principes de designs de systèmes ont-ils une influence sur l'expérience d'apprentissage vécue lors d'une formation à distance ?
- Article 2 : Quelles sont les bonnes pratiques à mettre en place afin d'améliorer l'expérience de formation en ligne d'employés ?

Principaux résultats

Les résultats sont présentés selon l'ordre des questions ci-dessus.

La première question de recherche présente des résultats concluant pour le principe de personnalisation. Selon ces résultats, le principe de design de système personnalisation, est un facteur pouvant influencer l'expérience vécue par un participant lors d'une tâche de formation en ligne. De par la diminution de la charge cognitive et l'amélioration de la valence émotionnelle, nous pouvons observer une influence positive du principe de personnalisation de système sur un utilisateur. Son état émotionnel et cognitif est donc influencé de manière positive lorsqu'un système présente des éléments de personnalisation.

Les résultats de notre question de recherche présentent quant à eux une manière pratique d'améliorer les formations en ligne. Grâce aux résultats de notre première recherche mais également de la littérature, nous pouvons présenter 3 bonnes pratiques pouvant servir afin d'améliorer l'expérience utilisateur lors d'une formation en ligne à distance. La première bonne pratique serait donc de favoriser des capsules vidéo riches et dynamiques. De par leur durée, mais aussi leurs contenu visuel et auditif, la durée et le dynamisme des capsules est crucial pour un meilleur engagement. Deuxièmement, l'apprentissage actif, de par l'implication appliquée de l'apprenant, est une notion qui influence grandement et de manière positive l'engagement et

l'apprentissage de l'apprenant. Enfin, tester son matériel de formation peut être une pratique plus que nécessaire au sein d'une entreprise. Elle servira à améliorer l'expérience utilisateur de l'apprenant, réduira ses questions et incompréhensions et surtout améliorera la performance de l'entreprise à long terme.

Contributions théoriques

Il faut commencer par évoquer l'approche de notre recherche dans le premier article de ce mémoire. Notre approche centrée sur l'expérience utilisateur à travers des mesures physiologiques est un grand sujet d'actualité pour la recherche. Il en va de soi que les interactions humain-machines ainsi que la relation engagement-performance sont des notions vastement étudiées et ce, depuis de très nombreuses années. De plus, la recherche se concentre également et très fréquemment sur les systèmes d'informations ainsi que leurs designs. Cependant, il semble très rare d'observer dans la littérature de la recherche qui marient tous les concepts énoncés ci-haut. Notre recherche, effectuée dans le premier article est donc un moyen de contribuer à la littérature sur l'amélioration des formations en ligne grâce à des éléments d'un système. Nous venons donc appuyer les résultats de plusieurs auteurs (Fogg, 1998; Fredricks et al., 2004; Oinas-Kukkonen & Harjumaa, 2009) en démontrant que le design de système est un facteur très important à prendre en compte lors de l'apprentissage. Très souvent, dans le cadre de formation en ligne, on va regarder le format de la capsule vidéo ou apporter beaucoup d'importance aux instructions et comment elles sont énoncées. Cependant, nos résultats supportant que la personnalisation d'un système entraîne une amélioration émotionnelle et cognitive de l'expérience d'un apprenant mettent en lumière l'importance du design de système lors de la création de tâches de formation (Hall et al., 2003; Oinas-Kukkonen & Harjumaa, 2009). Enfin, les résultats obtenus supportent la littérature existante sur l'influence des émotions et des perceptions des utilisateurs sur l'évaluation qu'ils portent sur une nouvelle technologie en contexte d'apprentissage multimédia (Mayer, 2005 ; Beaudry & Pinsonneault, 2005; Michel et al. 2012; Stein et al., 2015).

Implications managériales

Les résultats de notre second article s'adressent à une audience plus large que le premier. En effet, de par la recherche rassemblée on peut réellement proposer des solutions managériales afin

d'améliorer le quotidien de bien des employés. De par notre première bonne pratique, on peut observer que la façon de procurer sa formation est primordiale pour la formation en ligne à distance. En effet, on peut voir que selon la durée du matériel proposé, l'apprenant ne sera pas aussi efficace et engagé. Il faudra donc proposer des capsules vidéo segmentées et enrichies. Cela veut dire que le contenu visuel et auditif doit être conçu de manière méticuleuse en mettant l'utilisateur au centre du processus. Cette recommandation rejoint aussi la nécessité d'impliquer l'apprenant dans des formations actives. Au plus l'apprenant sera concerné et impliqué dans la formation au meilleur seront les résultats. Cela rend donc une indication sur la nécessité de savoir pour quelle audience on crée la formation et qui va la suivre. Une formation présentielle est souvent plus efficace car celui qui la donne peut s'adapter à son auditoire et modifier sur le moment, sa manière d'interagir, de faire participer etc. Une formation en ligne à distance se doit donc de pallier à cette impossibilité par sa qualité et par l'engagement, la motivation et la curiosité qu'elle procure à son apprenant. Enfin, notre dernier résultat pratique se concentre autour du test utilisateur. Il met en lumière que la recherche en expérience utilisateur peut être un moyen efficace d'améliorer la performance d'une entreprise. Il nous suggère qu'en testant son matériel de formation on évite les incompréhensions, éléments de frustration et on s'assure de la qualité du matériel. En effectuant une dizaine de tests on est capable de déceler plus de la moitié des éléments négatifs mentionner juste auparavant et de les corriger. Cela permet donc d'améliorer la formation proposée à nos utilisateurs et donc leur performance à long terme. La performance des employés se résultant en celle de l'entreprise, il en va de soi que le testing des matériels de formation est plus qu'important dans un contexte professionnel de formation.

Limites du mémoire et pistes de recherches futures

Il est important de prendre en compte certaines limites à notre recherche. Premièrement, et ce pour le premier article, on peut souligner que la population ayant effectué les expériences était une population particulièrement jeune. Recrutée à travers notre panel étudiant, la majorité des participants avait moins de 30 ans et étudiait encore. Il faut donc prendre les résultats de l'article 1 avec un certain recul. Le marché du travail étant composé d'une population plus âgée, peut être que cette population n'aurait pas eu les mêmes réactions émotionnelles et aurait eu des perceptions différentes (Yi et al., 2003). Une étude avec des employés de longue date pourrait être bénéfique afin de consolider nos résultats.

Le design de l'étude 1 sur la simulation est aussi une chose qui pourrait se voir améliorer. En faisant effectuer les tâches sur les deux systèmes (un avec simulation et un sans), l'utilisateur pourra comparer son expérience et changer sa perception et réaction comme nous l'avons effectué dans l'étude sur la personnalisation.

Pour ce qui est des pistes de recherches futures, il serait intéressant d'étudier les autres catégories de principes de design de système ou de voir si l'impact des principes est plus grand lorsqu'on les étudie ensemble ou séparément. Il serait aussi très intéressant d'effectuer des expériences en testant les principes de design de système en même temps que d'autres éléments de formation à distance en ligne. Prenons l'exemple du format vidéo, cela pourrait être un cours magistral et une vidéo de type plus enrichie testée en même temps que les principes de design de système. On pourrait donc évaluer dans quelle situation l'expérience est la plus positive pour l'utilisateur et quels sont les bonnes méthodes qui facilitent l'apprentissage. Même chose pour la segmentation des vidéos, serait-il possible qu'elle ait plus d'impact en présence de principes de design de systèmes ?

Bibliographie

- Allen, I. E., & Seaman, J. (2015). Grade Level: Tracking Online Education in the United States. *Babson Survey Research Group*.
- Alvarez, J., Briegne, D., Léger, P.-M., & Frédette, S. S. and M. (2019). Towards Agility and Speed in Enriched UX Evaluation Projects. In *Human-Computer Interaction*.
- Baddeley, A. (2003). Working memory: looking back and looking forward. *Nature Reviews Neuroscience*, 4(10), 829.
- Bjelland, E., & Haddara, M. (2018). Evolution of ERP Systems in the Cloud: A Study on System Updates. *Systems*, 6(2), 22. <https://doi.org/10.3390/systems6020022>
- Boucein, W. (2012). Electrodermal activity: Second edition. In *Electrodermal Activity: Second Edition* (Vol. 9781461411260). Springer US. <https://doi.org/10.1007/978-1-4614-1126-0>
- Bradley, M., & Lang, P. J. (1994). Measuring Emotion: The Self-Assessment Semantic Differential Manikin and the semantic differential. *Journal of Behavior Therapy and Experimental Psychiatry*, 25(1), 49–59. [https://doi.org/10.1016/0005-7916\(94\)90063-9](https://doi.org/10.1016/0005-7916(94)90063-9)
- Buettner, R. (2015). *Investigation of the Relationship Between Visual Website Complexity and Users' Mental Workload: A NeuroIS Perspective BT - Information Systems and Neuroscience* (F. D. Davis, R. Riedl, J. vom Brocke, P.-M. Léger, & A. B. Randolph (eds.)); pp. 123–128). Springer International Publishing.
- Calvert, C., & Seddon, P. B. (2006). The importance of ongoing ERP training and support. *ACIS 2006 Proceedings - 17th Australasian Conference on Information Systems*.
- Charland, P., Léger, P.-M., Sénécal, S., Courtemanche, F., Mercier, J., Skelling, Y., & Elise, L.-L. (2015). Assessing the multiple dimensions of engagement to characterize learning: a neurophysiological perspective. *JoVE (Journal of Visualized Experiments)*.
- Chen, C. M., & Wang, H. P. (2011). Using emotion recognition technology to assess the effects of different multimedia materials on learning emotion and performance. *Library & Information Science Research*, 33(3), 244-255.
- Chen, C. M., & Wu, C. H. (2015). Effects of different video lecture types on sustained attention, emotion, cognitive load, and learning performance. *Computers & Education*, 80, 108-121.
- Compeau, D. R., & Higgins, C. A. (1995). Computer self-efficacy: Development of a measure and initial test. *MIS Quarterly: Management Information Systems*, 19(2), 189–210. <https://doi.org/10.2307/249688>
- De Guinea, A., Titah, R., & Léger, P. M. (2014). Explicit and implicit antecedents of users'

- behavioral beliefs in information systems: A neuropsychological investigation. *Journal of Management Information Systems*, 30(4), 179–210. <https://doi.org/10.2753/MIS0742-1222300407>
- Diricana, A. C., & Mehmet, G. (2011). Psychophysiological Measures of Human Cognitive States Applied in Human Computer Interaction. *World Conference on Information Technology*.
- Evans, C., & Gibbons, N. J. (2007). The interactivity effect in multimedia learning. *Computers and Education*, 49(4), 1147–1160. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2006.01.008>
- Fogg, B. J. (2003). Computers as persuasive social actors. *Persuasive Technology*, 89–120. <https://doi.org/10.1016/b978-155860643-2/50007-x>
- Fredricks, J. A., Blumenfeld, P. C., & Paris, A. H. (2004). School engagement: Potential of the concept, state of the evidence. *Review of Educational Research*, 74(1), 59–109. <https://doi.org/10.3102/00346543074001059>
- Gerber, A. J., Posner, J., Gorman, D., Colibazzi, T., Yu, S., Wang, Z., Kangarlu, A., Zhu, H., Russell, J., & Peterson, B. S. (2008). An affective circumplex model of neural systems subserving valence, arousal, and cognitive overlay during the appraisal of emotional faces. *Neuropsychologia*, 46, 2129–2139. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2008.02.032>
- Giannakos, M. N. (2013). Exploring the video-based learning research: A review of the literature. *British Journal of Educational Technology*, 44(6), 191–195. <https://doi.org/10.1111/bjet.12070>
- Gorla, N., Somers, T. M., & Wong, B. (2010). Organizational impact of system quality, information quality, and service quality. *Journal of Strategic Information Systems*, 19(3), 207–228. <https://doi.org/10.1016/j.jsis.2010.05.001>
- Guo, P. J., Kim, J., & Rubin, R. (2014). How video production affects student engagement: an empirical study of MOOC videos. *In Proceedings of the First ACM Conference on Learning@ Scale Conference* (, 41–50).
- Gupta, S., & Anson, R. (2014). Do I matter?: The impact of individual differences on a technology-mediated end user training process. *Journal of Organizational and End User Computing*, 26(2), 60–79. <https://doi.org/10.4018/joeuc.2014040104>
- Gupta, S., Bostrom, R. P., & Huber, M. (2010). End-User Training Methods: What We Know, Need to Know. *Data Base for Advances in Information Systems*, 41(4), 9–39. <https://doi.org/10.1145/1899639.1899641>
- Ha, Y. M., & Ahn, H. J. (2014). Factors affecting the performance of Enterprise Resource Planning (ERP) systems in the post-implementation stage. *Behaviour and Information*

- Technology*, 33(10), 1065–1081. <https://doi.org/10.1080/0144929X.2013.799229>
- Haddara, M., Fagerstrøm, A., & Maeland, B. (2015). Cloud ERP Systems: Anatomy of Adoption Factors & Attitudes. *Journal of Enterprise Resource Planning Studies*, 2015. <https://doi.org/10.5171/2015.521212>
- Hall, R. H., Watkins, S. E., & Eller, V. M. (2003). *y WEB DESIGN A Model of Web Based Design for Learning*.
- Hansch, A., Hillers, L., McConachie, K., Newman, C., Schildhauer, T., & Schmidt, P. (2015). Video and Online Learning: Critical Reflections and Findings from the Field. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.2577882>
- Hasan Al-Mamary, Y., Shamsuddin, A., & Aziati, N. (2014). The Relationship between System Quality, Information Quality, and Organizational Performance. *International Journal of Knowledge and Research in Management & E-Commerce*, 4(3), 7–10.
- Igbaria, M., Guimaraes, T., & Davis, G. B. (1995). Testing the Determinants of Microcomputer Usage via a Structural Equation Model. *Journal of Management Information Systems*, 11(4), 87–114. <https://doi.org/10.1080/07421222.1995.11518061>
- Jang, H. (2008). *Supporting Students ' Motivation , Engagement , and Learning During an Uninteresting Activity*. 100(4), 798–811. <https://doi.org/10.1037/a0012841>
- Jennings, J. R., Kamarck, T., Stewart, C., Eddy, M., & Johnson, P. (1992). Alternate Cardiovascular Baseline Assessment Techniques: Vanilla or Resting Baseline. *Psychophysiology*, 29(6), 742–750. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8986.1992.tb02052.x>
- Kim, B. E. B., & Schniederjans, M. J. (2004). *THE ROLE OF in Web-based Distance Education Courses*. 47(3), 95–98.
- Kizilcec, Bailenson, J. N., & Gomez, C. J. (2015). The instructor's face in video instruction: Evidence from two large-scale field studies. *Journal of Educational Psychology*, 107(3), 724.
- Korving, H., Hernández, M., & Groot, E. De. (2015). Look at me and pay attention! A study on the relation between visibility and attention in weblectures. *Computers & Education*. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2015.11.011>
- Lackmann, S., Léger, P., & Sénécal, S. (2019). *L'influence du format vidéo sur l'engagement et l'apprentissage dans le contexte de cours en ligne : une perspective neuroscientifique*. HEC Montréal.
- Lamontagne, C., Sénécal, S., Fredette, M., Chen, S. L., Pourchon, R., Gaumont, Y., De Grandpré, D., & Léger, P. M. (2020). User test: How many users are needed to find the psychophysiological pain points in a journey map? *Advances in Intelligent Systems and*

- Computing*, 1018, 136–142. https://doi.org/10.1007/978-3-030-25629-6_22
- Lee, Y. H., Hsiao, C., & Ho, C. H. (2014). The effects of various multimedia instructional materials on students' learning responses and outcomes: A comparative experimental study. *Computers in Human Behavior*, 40, 119–132. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2014.07.041>
- Léger, P. M., Courtemanche, F., Fredette, M., & Sénécal, S. (2018). A cloud-based lab management and analytics software for triangulated human-centered research. In *Information Systems and Neuroscience* (pp. 93–99).
- Léger, P. M., Charland, P., Sénécal, S., & Cyr, S. (2017). Predicting properties of cognitive pupillometry in human–computer interaction: A preliminary investigation. In *Lecture Notes in Information Systems and Organisation* (Vol. 25, pp. 121–127). Springer Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-319-67431-5_14
- Lin, H., & Lee, G. (2007). Determinants of success for online communities : an empirical study. *Behaviour & Information Technology*, October 2013, 37–41. <https://doi.org/10.1080/01449290500330422>
- Lu, J., Yu, C. S., Liu, C., & Yao, J. E. (2003). Technology acceptance model for wireless Internet. *Internet Research*, 13(3), 206–222. <https://doi.org/10.1108/10662240310478222>
- Mayer. (2005). Cognitive theory of multimedia learning. In *The Cambridge handbook of multimedia learning*, 41, 31-48.
- Mayer, R. E. (2002). Multimedia Learning (DepartmentMultimedia Learning. *The Annual Report of Educational Psychology in Japan*, 41, 2372–2375. https://doi.org/10.1007/978-1-4419-1428-6_285
- Mayer, R. E., & Ruth, C. (2016). e-Learning and the Science of Instruction: Proven Guidelines for Consumers. In *Google Livres*. https://books.google.ca/books?hl=fr&lr=&id=v1uzCgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR17&dq=multimédia+learning+use&ots=TMBKiF9J9i&sig=wF3fKmmfE-e00PuU56-OkeopaYs&redir_esc=y#v=onepage&q=multimédia+learning+use&f=false
- Nelson, R. R., & Cheney, P. H. (1987). Training end users: An exploratory study. *MIS Quarterly: Management Information Systems*, 11(4), 547–559. <https://doi.org/10.2307/248985>
- O'Brien, H. L., & Toms, E. G. (2008). What is user engagement? A conceptual framework for defining user engagement with technology. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 59(6), 938–955. <https://doi.org/10.1002/asi.20801>
- Oinas-kukkonen, H., & Harjumaa, M. (2008). *A Systematic Framework for Designing and Evaluating*. June. <https://doi.org/10.1007/978-3-540-68504-3>

- Oinas-Kukkonen, H., & Harjumaa, M. (2009). Persuasive systems design: Key issues, process model, and system features. *Communications of the Association for Information Systems*, 24(1), 485–500. <https://doi.org/10.17705/1cais.02428>
- Ortiz De Guinea, Titah, R., & Léger, P. (2013). Measure for Measure : A two study multi-trait multi-method investigation of construct validity in IS research q. *Computers in Human Behavior*, 29(3), 833–844. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2012.12.009>
- Paas, F. (2003). *Cognitive Load Measurement as a Means to Advance Cognitive Load Theory*. July 2014. <https://doi.org/10.1207/S15326985EP3801>
- Palinko, O., Kun, A. L., Shyrovkov, A., & Heeman, P. (2010). Estimating cognitive load using remote eye tracking in a driving simulator. *Eye Tracking Research and Applications Symposium (ETRA)*, 141–144. <https://doi.org/10.1145/1743666.1743701>
- Riedl, R., & Léger, P. M. (2016). *Fundamentals of NeuroIS*. Studies in Neuroscience, Psychology and Behavioral Economics. Springer, Berlin, Heidelberg.
- Rivard, S., Lapointe, L., & Kappos, A. (2011). An Organizational Culture-Based Theory of Clinical Information Systems Implementation in Hospitals * An Organizational Culture-Based Theory of Clinical. *Journal of the Association for Information*, 12, 123–162.
- Saadé, R., Nebebe, F., & Tan, W. (2007). Viability of the “Technology Acceptance Model” in Multimedia Learning Environments: A Comparative Study. *Interdisciplinary Journal of E-Skills and Lifelong Learning*, 3, 175–184. <https://doi.org/10.28945/392>
- Shah, D. (2016). *By The Numbers*. Class Central. <https://www.classcentral.com/report/mooc-stats-2016/>
- Shea, P., & Bidjerano, T. (2010). Learning presence: Towards a theory of self-efficacy, self-regulation, and the development of a communities of inquiry in online and blended learning environments. *Computers and Education*, 55(4), 1721–1731. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2010.07.017>
- Smiley, W., & Anderson, R. (2011). *MEASURING STUDENTS ' COGNITIVE ENGAGEMENT ON ASSESSMENT TESTS : A CONFIRMATORY FACTOR ANALYSIS OF THE SHORT FORM OF THE*. 17–28.
- Torning, K., & Oinas-Kukkonen, H. (2009). Persuasive system design : State of the art and future directions. *ACM International Conference Proceeding Series*, 350. <https://doi.org/10.1145/1541948.1541989>
- Tversky, B., Morrison, J. B., & Betrancourt, M. (2002). Animation: can it facilitate? The enthusiasm for graphics of all kinds rests on the belief that they benefit comprehension and

- learning, and foster insight (their proponents include Levie. *Int. J. Human-Computer Studies Schnotz & Kulhavy*, 57, 247–262. <https://doi.org/10.1006/ijhc.1017>
- van der Meij, H., & van der Meij, J. (2013). Eight guidelines for the design of instructional videos for software training. *Technical Communication*, 60(3), 205–228.
- Van Merriënboer, J. J. G., & Paas, F. G. W. C. (1990). Automation and schema acquisition in learning elementary computer programming: Implications for the design of practice. *Computers in Human Behavior*, 6(3), 273–289. [https://doi.org/10.1016/0747-5632\(90\)90023-A](https://doi.org/10.1016/0747-5632(90)90023-A)
- Wang, J., & Antonenko, P. D. (2017). Instructor presence in instructional video: Effects on visual attention, recall, and perceived learning. *Computers in Human Behavior*.
- Welsh, E. T., Wanberg, C. R., Brown, K. G., & Simmering, M. J. (2003). E-learning: emerging uses, empirical results and future directions. *International Journal of Training and Development*, 7(4), 245–258. <https://doi.org/10.1046/j.1360-3736.2003.00184.x>
- Zhang, W., & Watts, S. (2008). Information Adoption in Two Online communities Capitalizing on Content : Information Adoption in Two. *Journal of the Association for Information Systems Capitalizing on Content*, 9(2), 73–94.
- Zheng, Y., Zhao, K., & Stylianou, A. (2013). The impacts of information quality and system quality on users' continuance intention in information-exchange virtual communities: An empirical investigation. *Decision Support Systems*, 56(1), 513–524. <https://doi.org/10.1016/j.dss.2012.11.008>