

HEC Montréal

Analyse du comportement de l'utilisateur lors de l'auto-installation d'une technologie de
l'information

Par

Benjamin Maunier

Sciences de la gestion

(Expérience utilisateur dans un contexte d'affaires)

Sous la direction de Pierre-Majorique Léger et Sylvain Sénécal

Mémoire présenté en vue de l'obtention du grade de maîtrise ès sciences

(M.Sc)

Août 2018

© Benjamin Maunier, 2018

HEC MONTRÉAL

Comité d'éthique de la recherche

Le 13 novembre 2017

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

Objet : Approbation éthique de votre projet de recherche

Projet : 2018-2915

Titre du projet de recherche : Analyse du comportement de l'utilisateur face à une désinstallation et l'auto-installation d'un nouveau système électronique

Source de financement : Vidéotron - CCS : à venir

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

Un certificat d'approbation éthique qui atteste de la conformité de votre projet de recherche à la *Politique relative à l'éthique de la recherche avec des êtres humains* de HEC Montréal est émis en date du 13 novembre 2017. Prenez note que ce certificat est **valide jusqu'au 01 novembre 2018**.

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

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

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

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

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

Le CER de HEC Montréal

ATTESTATION D'APPROBATION ÉTHIQUE COMPLÉTÉE

La présente atteste que le projet de recherche décrit ci-dessous a fait l'objet des approbations en matière d'éthique de la recherche avec des êtres humains nécessaires selon les exigences de HEC Montréal.

La période de validité du certificat d'approbation éthique émis pour ce projet est maintenant terminée. Si vous devez reprendre contact avec les participants ou reprendre une collecte de données pour ce projet, la certification éthique doit être réactivée préalablement. Vous devez alors prendre contact avec le secrétariat du CER de HEC Montréal.

Nom de l'étudiant : Benjamin Maunier

Titre du projet supervisé/mémoire/thèse :

Analyse du comportement de l'utilisateur face à une désinstallation et auto-installation d'un nouveau système électronique

Titre du projet sur le certificat :

Analyse du comportement de l'utilisateur face à une désinstallation et l'auto-installation d'un nouveau système électronique

Projet # : 2018-2915

Chercheur principal / directeur de recherche :

Pierre-Majorique Léger

Cochercheurs :

Julie Gagné; Beverly Resseguier; Marc Fredette; Sylvain Sénécal; David Briegne; Bertrand Demolin; Benjamin Maunier; Juliana Alvarez

Date d'approbation initiale du projet : 13 novembre 2017

Date de fermeture de l'approbation éthique pour l'étudiant(e) : 30 mai 2018



Maurice Lemelin
Président du CER de HEC Montréal

Sommaire

Ce mémoire par article présente les résultats de l'expérience vécue et perçue d'utilisateurs dans un contexte de désinstallation et d'installation d'une technologie de l'information.

De manière plus spécifique, cette étude exploratoire s'intéresse à l'interaction entre un utilisateur et l'installation d'un nouvel équipement électronique. Nous cherchons notamment à mieux comprendre les facteurs qui peuvent influencer le succès de certaines auto-installations ainsi que de démystifier certaines idées reçues sur la réussite ou l'échec de celles-ci. Le but principal de cette étude était de répondre aux questions suivantes : *Dans quelle mesure les caractéristiques des utilisateurs influencent-elles leur capacité à réussir l'auto-installation d'une technologie de l'information ? Est-il possible de représenter l'expérience vécue et perçue de l'utilisateur lors de l'auto-installation d'une technologie de l'information ?*

Des mesures psychométriques ainsi que des mesures psychophysiologiques telles que la valence émotionnelle, l'activation ainsi que l'engagement cognitif ont été collectées auprès de 29 participants en laboratoire. Les résultats montrent que la lecture des instructions et l'activation de l'utilisateur sont les deux principaux facteurs influençant la réussite de l'installation. Plus précisément, une personne plus activée [i.e., dans un état d'excitation plus grand] aura tendance à moins lire les instructions.

Par ailleurs, les résultats suggèrent qu'il est possible de combiner différents outils tels que les personas, les cartes d'expérience client et l'utilisation d'une méthode statistique de regroupement afin de mieux représenter l'expérience vécue et perçue des utilisateurs.

D'un point de vue pratique, cette étude permet de fournir une toute nouvelle méthodologie sur la visualisation des données d'utilisateurs permettant aux entreprises de mieux prendre en compte les besoins de leurs clients lors de la conception de produits ou services.

Mots clés : expérience utilisateur ; auto installation ; technologie de l'information ; personas ; cartes d'expérience client ; activation ; valence ; engagement cognitif

Table des matières

Sommaire	iv
Table des matières.....	v
Liste des tableaux et des figures.....	viii
Liste des abréviations	x
Remerciements	xi
Avant-propos.....	xii
I. Introduction.....	1
1. Mise en contexte et justification de l'étude.....	1
2. Questions de recherche	3
3. Méthodologie de collecte	4
4. Structure du mémoire.....	4
5. Contribution potentielle au champ de recherche.....	4
6. Informations sur les articles	5
6.1 Informations sur l'article 1	5
6.2 Résumé de l'article 1	5
6.3 Informations sur l'article 2	6
6.4 Résumé Article 2	6
7. Contribution de l'étudiant	7
II. Chapitre 1 : Article 1.....	9
1. Abstract	9
2. Introduction.....	10
3. Hypotheses : Factors influencing successful electronic equipment setup	10
Attitudinal factors	10
State factors	11
Behaviors	12
4. Research Method.....	14
4.1 Design, sample, and procedures	14
4.2 Experimental Setup and Stimuli	14
4.3 Instrumentation	15

5.	Results.....	18
5.1	Attitudinal Factors	18
5.2	State Factors	18
5.3	Behavior Factor	19
6.	Discussion and Concluding Comments	20
7.	Acknowledgments.....	22
8.	References.....	23
III.	Chapitre 2: Article 2.....	28
	Résumé	28
1.	Introduction.....	29
2.	Revue de littérature	31
2.1	Définition du Persona	31
2.1.1	La construction des personas	33
2.1.2	Personas basé sur des données quantitatives	35
2.2	Définition de la carte du parcours client.....	39
2.2.1	La construction des cartes d'expérience client	42
2.2.2	Cartes d'expérience client basées sur des données implicites	42
3.	Méthodologie	43
3.1	Échantillon et procédure	43
3.2	Matériel.....	44
3.3	Opérationnalisation des mesures	45
3.4	Stratégie d'analyse.....	49
4.	Résultats	53
4.1	Description des regroupements avec des mesures implicites et explicites	53
4.2	Comparaison statistique entre les regroupements	55
4.3	Description des cartes d'expérience client et des personas	57
5.	Discussion.....	62
6.	Conclusion	64
7.	Références.....	65
IV.	Conclusion	71
1.	Sommaire	71

2.	Rappel des questions de recherche et hypothèses	72
3.	Résultats principaux	73
4.	Contributions de l'étude.....	75
5.	Limites et futures recherches	76
Annexes.....		i
Annexe 1 Salle expérimentale		i
Annexe 2 Questionnaires évaluant la motivation, la capacité et la connaissance à l'égard d'une auto-installation.....		ii
Annexe 3 Échelle Self-Efficacy		iii

Liste des tableaux et des figures

Tableau 1. Contribution de l'étudiant	8
Table 2. Psychophysiological measures	17
Table 3. The impact of attitudinal factors on installation success	18
Table 4. The impact of users states on installation success.	19
Table 5. The impact of reading instructions on success	19
Table 6. The impact of reading instructions on EDA	20
Tableau 7. Liste non exhaustive d'études utilisant des données quantitatives pour créer des personas	38
Tableau 8. Mesures implicites	47
Tableau 9. Mesures explicites	48
Tableau 10. Statistiques descriptives du nombre d'étapes réalisées par les participants.	50
Tableau 11. Statistiques descriptives des variables succès, motivation, capacité, connaissance et lecture des instructions	54
Tableau 12. Moyennes et p-values (2-tailed) pour le succès du Fisher Exact Test entre les regroupements	55
Tableau 13. Moyennes et p-values (2-tailed) pour la lecture des instructions du Fisher Exact Test entre les regroupements	56
Figure 1. Research model	13
Figure 2. Three cameras installed around the task area and a GoPro camera on the chest of the participant	15
Figure 3. EDA Sensors and EEG Headset	16
Figure 4 Exemple de Persona	32
Figure 5. Méthode d'identification des personas basés sur des données qualitatives	34
Figure 6. Aperçu d'une itération en ID3P	37
Figure 7. Exemple de format d'une carte d'expérience client	39
Figure 8. Exemple de représentation d'une carte d'expérience client	40
Figure 9. Autre exemple de représentation d'une carte d'expérience client.....	41

Figure 10. Trois caméras installées dans la salle ainsi qu'une caméra GoPro.....	45
Figure 11. Senseurs EDA et casque EEG	45
Figure 12. Détermination du nombre optimal de cluster par la méthode du coude (n=3)	49
Figure 13. Graphique présentant les parcours des utilisateurs de chaque regroupement	51
Figure 14. Statistiques descriptives des variables activation, valence et engagement cognitif	53
Figure 15. Le débrouillard	57
Figure 16. Le désemparé	58
Figure 17. Le méthodique	59
Figure 18. Le confiant	59
Figure 19. Exemple de visualisation pour un persona avec le parcours utilisateur	61

Liste des abréviations

CER = Comité d'éthique de la recherche

UX = Expérience utilisateur

EDA = Activité électrodermale

EEG = Électroencéphalographie

CJM = Customer Journey Maps

Remerciements

Ce projet de mémoire n'aurait pas pu voir le jour sans la contribution ainsi que l'aide de plusieurs personnes.

Dans un premier temps, je tiens à remercier mes directeurs de mémoire, Pierre-Majorique Léger ainsi que Sylvain Sénécal qui m'accompagnent maintenant depuis un an. Outre le fait qu'ils ont été d'excellents mentors ainsi que sources d'inspiration pour moi, ils m'ont permis de me dépasser et de me donner tous les outils nécessaires pour réaliser ce projet. Leur rencontre a été cruciale dans mon parcours universitaire et m'a permis de développer une toute nouvelle vision de la recherche scientifique. Je ne les remercierai jamais assez pour leur patience et leur professionnalisme envers tous les étudiants.

Merci à Juliana pour son apport ainsi que toute son expérience de chercheuse postdoctorale qui m'a permis de mener à bien ce projet.

Merci à toute l'équipe des opérations du Tech3Lab, Bertrand, David, Shang-Lin, Vanessa et Beverly pour leur aide précieuse. Merci également à toutes les assistantes ayant collaboré sur le projet, notamment Salima et Emma.

Merci aux autres étudiants du Tech3Lab, Sébastien, Christophe, Tanguy, Mickael et Alexandre pour tous ces bons moments passés et leur regard extérieur sur mon projet.

Bien entendu, merci aux membres de ma famille pour leur soutien sans faille malgré qu'ils ne soient pas à mes côtés.

Pour terminer, je tiens à remercier mes amis les plus fidèles, Corentin, Benjamin, Inès, Victoria, Louis, Robin et Simon pour leur écoute et leurs conseils dans les bons comme dans les moments compliqués.

Avant-propos

Ce mémoire par article a été soumis suite à l'autorisation de la direction du programme de maîtrise ès sciences en gestion de HEC Montréal. Le comité d'éthique de la recherche (CER) de HEC Montréal a approuvé le projet de recherche de ce mémoire. Les coauteurs de chaque article ont également donné leur consentement pour la publication sur lequel ils figurent.

Le premier article s'intéresse principalement à l'identification des facteurs qui influencent le succès ou l'échec lors de l'auto-installation d'équipements électroniques. Il a été publié et accepté à la conférence *Human-Computer Interaction 2018* qui a eu lieu du 15 au 20 juillet 2018 à Las Vegas.

Le deuxième article quant à lui présente une nouvelle méthode de création de personas et cartes d'expérience utilisateur lors de la réalisation des différentes tâches d'auto-installation. Il sera traduit et soumis à une revue scientifique par la suite.

I. Introduction

1. Mise en contexte et justification de l'étude

Face à la multiplication des appareils électroniques et la révolution numérique que connaît notre siècle, les utilisateurs sont confrontés occasionnellement au déballage, l'installation ou encore la désinstallation de nouvelles technologies, que ce soit leur cellulaire, un téléviseur ou un ordinateur. Certains produits sont plus difficiles à installer que d'autres et parfois les utilisateurs peuvent se sentir démunis face à de nombreuses instructions ou l'impossibilité de trouver l'information dont ils ont besoin. Tous ces nouveaux produits requièrent donc une période d'adaptation et fournissent une expérience au client, bien avant leur première utilisation. En effet, selon ISO-9241-21, la définition de l'expérience utilisateur se réfère à toutes les émotions ainsi que les croyances, les préférences et les réponses psychophysologiques de l'utilisateur qui arrivent bien avant, pendant, mais aussi après l'utilisation d'un produit ou d'un service.

L'expérience utilisateur englobe donc beaucoup plus que la simple utilisation d'un appareil électronique et s'intéresse notamment à toutes les étapes précédentes telles que l'installation de ce matériel. Le ressenti des utilisateurs lors de leur interaction avec la technologie est tout aussi important que ce qu'ils font avec l'appareil (McCarthy & Wright, 2004). De plus, la première interaction avec un produit est un déterminant majeur sur l'expérience globale de l'utilisation ultérieure de celui-ci. (Yang, Yu, Zo, & Choi, 2016). Il est donc très important de comprendre comment les éléments émotionnels peuvent avoir un impact lors du processus de création de produits. Un concepteur ne doit pas seulement se limiter aux éléments fonctionnels et techniques d'un produit (Dazarola, Torán, & Sendra, 2012). Par exemple, le déballage d'un produit est une expérience associée à plusieurs émotions et est vu parfois comme un rituel pour certains (Dazarola, Torán, & Sendra, 2012). Bien entendu, de nombreux éléments entrent en considération lors de la création d'un produit et il est donc essentiel de bien évaluer l'expérience utilisateur.

Dans le domaine de l'interaction humain-machine, de nombreuses études (Butcher & Muth, 1985; Fowler & Glorfeld, 1981; Konvalina, Stephens & Wileman, 1983) ont montré que certaines caractéristiques des utilisateurs telles que leur capacité, leur connaissance et leurs expériences précédentes pouvaient influencer la performance lors de l'utilisation d'une technologie. Toujours dans ce contexte, une autre étude menée par Kagan & Douhat (1985) montre qu'un niveau de stress relativement bas est relié à une meilleure performance lors d'une interaction humain-machine. Néanmoins, à notre connaissance aucune étude ne s'est penchée sur les facteurs pouvant influencer l'installation d'une technologie de l'information.

L'importance de comprendre tous les facteurs est essentielle puisque l'expérience, qui commence bien avant l'usage direct en question, peut avoir un impact sur la perception et les attitudes envers un appareil ou un service (Hartson & Pardha S., 2012).

Outre le fait de comprendre quels sont les facteurs qui influencent la réussite d'une auto-installation, il est également pertinent pour les concepteurs de voir et analyser l'expérience de l'utilisateur durant toutes les tâches réalisées lors d'une interaction. Un des outils particulièrement utilisés est celui des personas. Grâce à des fiches descriptives qui représentent des archétypes d'utilisateurs (Cooper, 1999), il est beaucoup plus facile pour les concepteurs d'imaginer des technologies répondant mieux aux attentes et besoins des utilisateurs (Lallemand & Gronier, 2015). Norman (2012) suggère aussi que les personas permettent aux concepteurs d'être dans un état émotionnel plus positif ce qui permet de stimuler la créativité. Les bénéfices des personas ne sont néanmoins pas toujours exploités de la meilleure des manières par les concepteurs (Idoughi, Seffah & Kolski, 2012).

L'utilisation d'un outil complémentaire tel que les cartes d'expériences client (*Customer Journey Maps*) peut alors s'avérer intéressante. Employé par les équipes de conception et de marketing, l'objectif est de représenter de manière chronologique l'interaction de l'utilisateur avec un produit ou un service (Lallemand & Gronier, 2015). Tout comme les personas, cet outil permet de se projeter dans l'esprit des utilisateurs et concevoir un produit se rapprochant le plus de leurs besoins.

Le principal objectif de ces cartes est de mettre en avant les points d'opportunités ainsi que tous les moments importants de l'expérience utilisateur, dans notre cas lors des tâches réalisées durant l'installation.

Étant deux outils très complémentaires, il était donc particulièrement intéressant de pouvoir combiner ces deux outils avec des mesures psychométriques et psychophysologiques et ainsi représenter de manière la plus précise toute l'expérience vécue et perçue lors de l'installation. En effet, comme Robinson et Clore (2002) le suggèrent, il est quasiment impossible pour les utilisateurs de stocker ou de récupérer une expérience émotionnelle. Il est donc nécessaire d'étudier les caractéristiques qui peuvent avoir un impact sur l'auto-installation de matériel électronique ainsi que de proposer un nouveau type de représentation de l'expérience utilisateur grâce à toutes les données collectées.

2. Questions de recherche

L'objectif de ce mémoire est donc de répondre principalement à deux questions afin de mieux comprendre les facteurs influençant la réussite d'une auto-installation et de mieux représenter l'expérience vécue et perçue des utilisateurs dans le cadre d'une auto-installation.

Q1 : Dans quelle mesure les caractéristiques des utilisateurs influencent-elles leur capacité à réussir l'auto-installation d'une technologie de l'information ?

Q2 : Comment représenter l'expérience vécue et perçue de l'utilisateur lors de l'auto-installation d'une technologie de l'information ?

3. Méthodologie de collecte

Pour répondre à ces questions, nous avons reproduit en laboratoire un contexte authentique d'auto-installation afin d'obtenir les résultats les plus valides possible. Nous avons aménagé un salon (Annexe 1) et installé trois caméras pour mieux identifier les mouvements et les comportements des sujets. Une étude a donc été menée auprès de 29 participants (17 hommes, 12 femmes) entre 20 et 70 ans. Les participants avaient différentes tâches à réaliser liées à la désinstallation d'un équipement déjà présent et l'installation d'un nouvel équipement. Durant plusieurs minutes, ils pouvaient réaliser toutes les tâches dans l'ordre qu'ils souhaitaient et s'aider ou non d'une application disponible sur une tablette. Pendant ce temps-là, leur activation émotionnelle, engagement cognitif et valence émotionnelle étaient mesurés.

4. Structure du mémoire

Concernant la structure du mémoire, nous avons décidé de proposer deux articles scientifiques répondant spécifiquement à nos deux questions de recherche. Nous présenterons en annexe les questionnaires ainsi qu'un complément de la méthodologie faisant référence notamment au design expérimental ainsi qu'aux outils employés. Les différentes revues de littérature se présenteront directement dans les articles respectifs.

5. Contribution potentielle au champ de recherche

Ce projet de recherche et ce mémoire ont pour objectif de contribuer à la recherche sur l'expérience utilisateur dans un contexte spécifique, ici l'installation d'une technologie de l'information. En effet, l'étude des facteurs qui influencent directement la réussite d'une installation d'un appareil peut aider les entreprises ainsi que les concepteurs de produits à mieux cibler les besoins des futurs utilisateurs de leurs produits et services. Ce mémoire présente une toute nouvelle approche multi méthode afin de développer des personas et des cartes d'expérience utilisateur prenant en compte à la fois des données quantitatives et qualitatives ainsi qu'une méthode statistique.

Concernant l'implication au niveau de l'industrie, ce mémoire montre qu'il est très pertinent pour les entreprises de mieux comprendre l'expérience utilisateur concernant une auto-installation afin de délivrer une expérience d'installation qui soit la plus simple possible. La création d'un nouvel outil pour mieux représenter ce que vivent et perçoivent les utilisateurs permettra aux entreprises ainsi qu'aux designers de mieux anticiper les attentes et les besoins de leurs potentiels utilisateurs. Cette nouvelle approche est une première dans cette industrie et appelle à être réutilisée dans d'autres contextes d'expérimentation.

6. Informations sur les articles

6.1 Informations sur l'article 1

Ce premier article a été présenté à la 20^e édition de la conférence HCI (Human Computer Interaction) qui s'est déroulée à Las Vegas du 15 au 20 juillet 2018. Après acceptation, l'auteur a présenté cet article sur place le 20 juillet dans la catégorie *Neuro Business/IS*. Toutes les données physiologiques et psychométriques ont été utilisées pour la rédaction de cet article. Enfin, celui-ci a été écrit en accord avec le partenaire.

6.2 Résumé de l'article 1

Le but de cet article est d'étudier les principaux facteurs qui influent sur la réussite d'une auto-installation de matériel électronique. À travers une très grande diversité de facteurs psychophysiologiques ainsi que comportementaux, nous avons pu nous intéresser à l'impact que ceux-ci pouvaient avoir sur le succès et démystifier ainsi certaines idées préconçues. Par le biais d'une expérimentation réalisée auprès de 29 participants et diverses analyses, deux principaux facteurs semblent se démarquer lors de la réussite. Premièrement, grâce à la mesure de l'EDA, nous avons pu observer que l'utilisateur restait particulièrement calme pendant l'installation et qu'il prenait son temps pour lire les instructions. Ces recherches permettent d'aller au-delà de la simple interaction humain-machine et peuvent aider les entreprises à comprendre la nécessité de fournir de bonnes instructions et créer ainsi une expérience utilisateur qui s'avère optimale pour leurs clients.

6.3 Informations sur l'article 2

Les mêmes données ont été utilisées que dans l'article précédent et seront incluses dans ce mémoire en français. Cet article sera par la suite traduit en anglais afin qu'il soit soumis à une revue liée au domaine de l'expérience utilisateur.

6.4 Résumé Article 2

Le but de cet article est de proposer une nouvelle approche multi méthode dans la construction des personas et cartes d'expérience client, c'est-à-dire l'utilisation d'une méthode de regroupement basée sur des mesures implicites (engagement cognitif, valence et activation) et enrichies de mesures explicites (entrevues, observations et questionnaires). Pour cette étude, 29 participants ont été recrutés afin de participer à une étude de laboratoire. Ils ont effectué une série de tâches dans l'ordre souhaité afin de désinstaller et installer un nouvel équipement électronique. Grâce à toutes les données collectées et l'identification de quatre regroupements de participants, les résultats permettent de proposer un nouveau type de visualisation des personas et cartes d'expérience client pour les designers UX. Par ailleurs, cette étude contribue à la littérature sur la construction et l'utilisation des personas et cartes d'expérience client.

7. Contribution de l'étudiant

Étapes de réalisation du projet de recherche	Contribution de l'étudiant
Définition des requis du partenaire industriel	<p>Aider l'équipe d'opération à clarifier les attentes du partenaire — 70 %</p> <ul style="list-style-type: none"> • Test des outils disponibles • Proposer des possibilités d'expérimentation avec le matériel et les délais
Revue de littérature	<p>Revue de la littérature — 100%</p> <p>Définir les outils utilisés — 75 %</p>
Conception du design expérimental	<p>Conception du protocole d'expérimentation — 70 %</p> <p>Test de fonctionnalités techniques — 80 %</p> <p>Montage de la salle de collecte — 75 %</p> <p>Rôle du partenaire :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fournir le modem/routeur ainsi que le matériel nécessaire lors de l'interaction des utilisateurs avec celui-ci

Recrutement	<p>Questionnaire de recrutement — 100 %</p> <p>Recrutement de la moitié des participants : Contacter, programmer et solliciter — 100 %</p>
Prétests et collecte de données	<p>Accueil et entrevues avec les participants — 80 %</p> <p>Chargé des opérations pendant la collecte — 80 %</p> <p>Installation des caméras — 90 %</p> <p>Suivi des participants et des compensations — 100 %</p> <p>Support technique et responsable du matériel du partenaire — 100 %</p>
Extraction et transformations des données	<p>Extraction des données rapportées — 100 %</p> <p>Traitement des données rapportées — 80 %</p> <p>Codage des données et placement des marqueurs — 100 %</p>
Analyse des données	<p>Préparation des fichiers pour analyse — 100 %</p> <p>Élaboration des hypothèses — 100 %</p> <p>Analyse statistique (statistiques descriptives, tests statistiques poussés) — 50 %</p>
Rédaction	<p>Écriture et soumission des articles — 100 %</p> <ul style="list-style-type: none"> • Les coauteurs ont notamment effectué plusieurs retours pour améliorer les différentes versions et parvenir à écrire les deux articles.

Tableau 1. Contribution de l'étudiant

II. Chapitre 1 : Article 1

Keep Calm and Read the Instructions : Factors for Successful User Equipment Setup

Benjamin Maunier¹, Juliana Alvarez¹, Pierre-Majorique Léger¹, Sylvain Sénécal¹,
Élise Labonté-LeMoyne¹, Shang Lin Chen¹, Sylvie Lachize², and Julie Gagné²

¹HEC Montréal, Tech3Lab, 3000 chemin de la Côte-Sainte-Catherine, Montréal,
Québec, Canada, H3T 2A7

² Vidéotron, 612 rue St-Jacques, Montréal, Québec, Canada, H3C 1C8

1. Abstract

This paper explores the factors that predict a user's success at installing a home electronic device. Specifically, the objective of this paper is to investigate the effect of a range of attitudinal, psychophysiological, and behavioral factors on the success of an electronic equipment setup. Building upon an experiment conducted with 29 participants, two factors appears to have an impact on the successful equipment setup: i) the user remains calm during the installation and ii) the user takes the time to read the instructions. These findings contribute to human-computer interaction research by highlighting the importance pre-experience stages such as unboxing and installation as they may impact the overall experience of use.

Keywords: installation, equipment setup, arousal, instructions, behavior, user experience, emotion.

2. Introduction

User Experience (UX) has become an important new focus for both practitioners in interaction design and researchers in the evaluation of Human Computer Interaction (Hassenzahl & Tractinsky, 2006). UX is defined as users' emotions, beliefs, preferences, perceptions, physical and psychological responses, behaviors and accomplishments that occur before, during and after use of a device (ISO 9241-210:2010). Thus, UX includes user experience before actual device usage. Factors impacting user experience before the actual use, such as the installation of the product, are known to impact the perceptions and attitudes toward a digital product or service (Hartson & Pardha S., 2012).

It is thus important to understand how users experience this initial interaction with the product and possibly identify the factors that influence a successful product installation. In addition, it has been shown that an unpleasant first experience can have negative consequences for the user's experience and perceptions of the brand (Brakus, Schmitt, & Zarantonello, 2009).

This paper aims to empirically test factors that may explain a successful technology product installation. To this end, we use a controlled laboratory environment to investigate how users' perceptions, emotional and cognitive states, and behaviors influence successful product installation.

3. Hypotheses : Factors influencing successful electronic equipment setup

Attitudinal factors

This study specifically focuses on two attitudinal factors that can potentially impact the performance of an installation: User motivation and self-efficacy. Booth (Booth P, 1989) suggests that with a high degree of motivation, people spend more effort in overcoming problems. Thus, a motivated user should be more successful at setting up an electronic device. Thus, we posit a first hypothesis.

H1 : A user's motivation has a positive impact on installation success.

Self-efficacy is defined as people's beliefs and personal judgment about their abilities to perform different types of actions (A. Bandura, 1977). Self-efficacy plays a key role in the probability to accomplish different tasks and achieve goals. People who are reported high in self-efficacy think they have the capacity to succeed in a specific task (Walker, Greene, & Mansell, 2006). Moreover, Bandura (Albert Bandura, 1993) suggests that people who believe they are self-efficient at performing a task will produce the necessary efforts to succeed. Because human motivation is generated cognitively and directly influences the user's self-efficacy, a high self-efficacy level plays an important role, especially when an individual has to face difficulties and obstacles.

H2 : A user's perceived self-efficacy has a positive impact on installation success.

State factors

Concerning user state factors that can influence performance, we focused on arousal, cognitive engagement, and valence. Arousal is defined as general psychological and physiological activation. Thus, a user can move from a calm state to an excited state. Stress is defined as a state of physiological activation and arousal when people think they don't have the capacities to deal with threats or pressure (Sanford, Suchecki, & Meerlo, 2015). Nixon (Adapted from Nixon P, Practitioner, 2012) suggests a curvilinear relationship between stress and performance. Many researchers investigated the inverted-U relationship (Corcoran, 1965; Courts, 1942; Duffy, 1957; Malmö, 1957) between arousal and performance. Until the inflexion point, an increase in arousal has a positive impact on performance, but passed this point, an increase in arousal has a negative impact on performance (Martens & Landers, 1970).

In a lab context where users are monitored, we expect that they may pass the inflexion point and observe that greater arousal leads to less successful installation. Thus, we posit the following hypothesis.

H3 : A user's arousal has a negative impact on installation success.

Blumenfeld & Paris (Fredricks, Blumenfeld, & Paris, 2004) defines cognitive engagement as the willingness to pursue efforts to achieve goals and comprehend complex ideas. In order to enhance the usability of interfaces and design new systems, cognitive engagement is essential to analyse the user's performance and reactions (Longo, 2011). Greene et al. (Greene, Miller, Crowson, Duke, & Akey, 2004) and Charland. Et al. (Charland, Pierre-Majorique Léger, Julien Mercier, Yannick Skelling, & Hugo G. Lapierre, 2017) show that cognitive engagement is tied to academic performance. In order to achieve goals such as an installation, cognitive and metacognitive strategies are necessary (Fredricks et al., 2004). Metacognitive strategies are related to setting, planning goals when performing a task. Thus, cognitive engagement would be a useful factor in order to employ the best strategies to install the new electronic device.

H4 : A user's cognitive engagement has a positive impact on installation success.

Emotional valence is defined as the intensity of an emotion, positively or negatively (Frijda, 1987) Emotional valence can be useful in order to understand performance during the installation. For example, it has been shown that pleasure and positive interactions with a product result when the activities or tasks are easily performed (Forlizzi & Battarbee, 2004). Moreover, emotion is directly related to the outcome. There is a sense of accomplishment that results for people when a goal is achieved and emotions help to evaluate this experience (Forlizzi & Battarbee, 2004). Thus, we posit a positive relationship between emotional valence and installation success.

H5 : A user's positive emotional valence has a positive impact on installation success.

Behaviors

Finally, we investigate the relationship between a specific behavior, reading installation instructions, and performance. On the one hand, research suggests a positive relationship between reading instructions and performance (Lim, Benbasat, & Todd, 1996). On the other hand, research suggests that users are generally not inclined to read instructions (Ceaparu, Lazar, Bessiere, Robinson, & Shneiderman, 2004; Novick & Ward, 2006) especially for products that are perceived as easy to use (Wright, Creighton, & Threlfall,

1982). Moreover, many companies are using different formats of instructions and most of the time people don't know that they have access to them. This study may also have implications to the concept of consumer education defined by Wells and Atherton (1998) as "... a process of gaining skills, knowledge and understanding needed by individuals in a consumer society such that they can make full use of consumer opportunities presented in today's complex marketplace".

H6 : Reading the installation instructions has a positive impact on installation success.

These hypotheses are depicted in Figure 1 below.

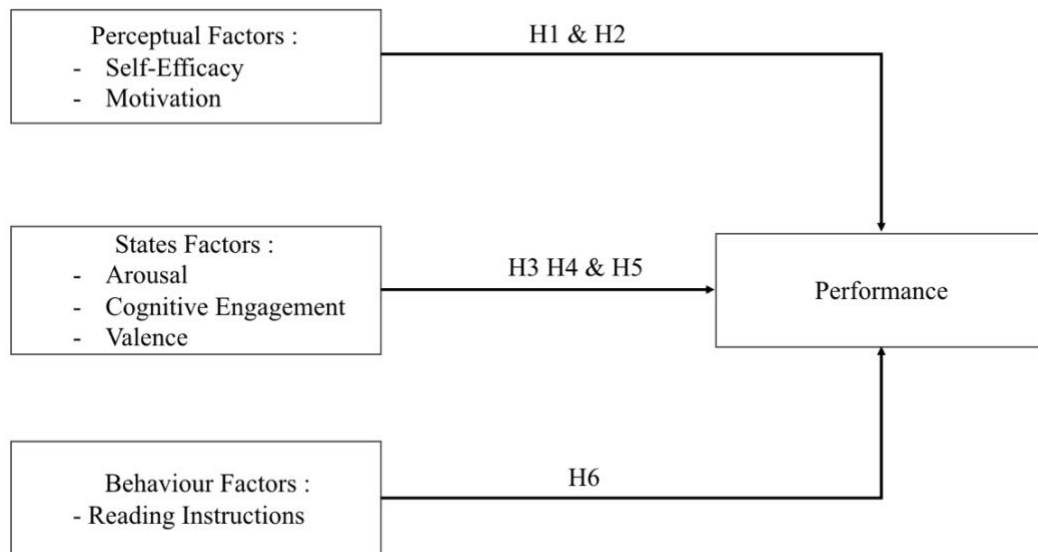


Figure 1. Research model

4. Research Method

4.1 Design, sample, and procedures

We conducted a lab experiment with 29 participants (17 male, 12 female) between 20 and 70 years old with diverse backgrounds in terms of skills and motivation with regards to the self-installation. In an experimental living room, each participant had to unbox a new entertainment electronic device, uninstall the old equipment and install the new device. Due to the commercial nature of this research, confidentiality restrictions prevent a more detailed description of the device used. Participants were provided with a short printed guide instructing them how to use a tablet on which they could access a step-by-step instruction mobile application. They were free to conduct the task in whichever order they preferred. Consequently, the steps taken by participants did not all follow a linear pattern. The experiment ended when the participant believed to have completed the electronic device installation successfully. The study was approved by the ethics committee of our institution and each participant received a gift card as a compensation.

4.2 Experimental Setup and Stimuli

We deployed three cameras around the task area in order to ensure that every manipulation done by the user was recorded. Those cameras not only enabled us to observe the participant's reactions at every step of the experience, but also to observe all the actions that could be reported in synchronization with the other tools, in order to determine which specific moments were associated with varying levels of arousal and cognitive engagement. Synchronization was done based on Léger et al. (Léger et al., 2014) guidelines. We also strapped a GoPro camera on the user's chest to observe the way the manipulations were done. Furthermore, we measured the user's engagement level and emotional valence. To do so, the user wore a mobile EEG headset. All videos and neurophysiological signals were recorded and synchronized with Noldus Observer XT and Syncbox (Noldus Information Technology, Wageningen, The Netherlands) [Figure 2].

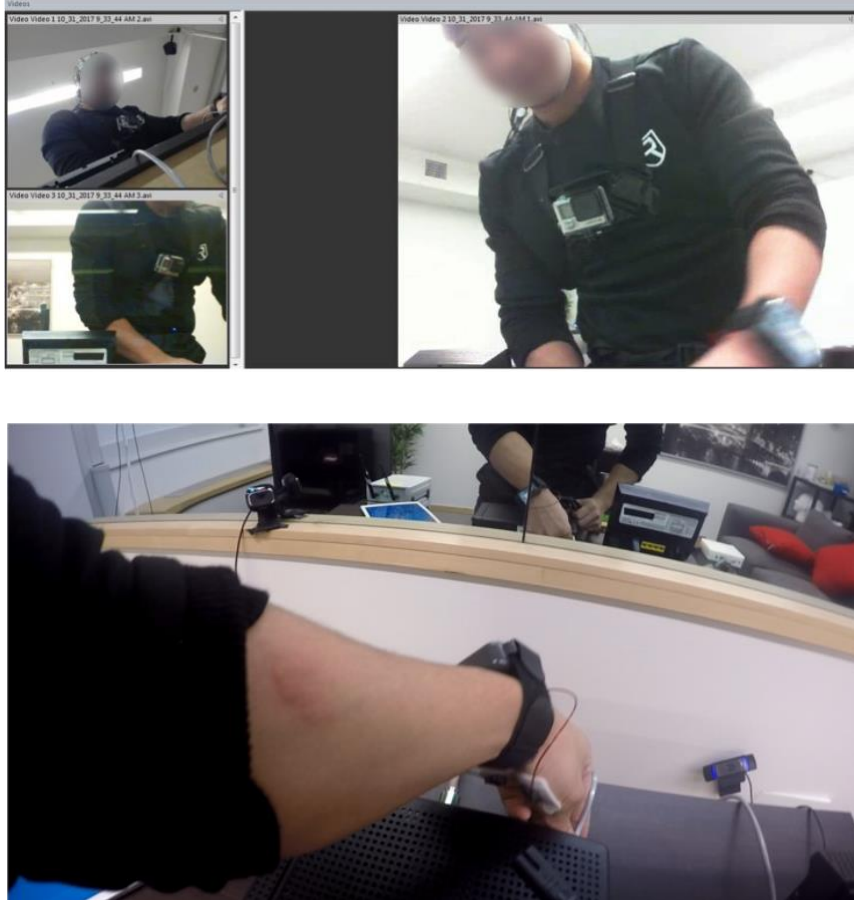


Figure 2. Three cameras installed around the task area and a GoPro camera on the chest of the participant.

4.3 Instrumentation

Dependent variable

Installation task success was measured using many criteria (such as the completion of the task, the correctness of the wire connections, the firmness of the cable fastening). Thus, success was achieved when the participant completed the installation with few or no mistakes.

Psychometric Measures

Motivation and perceived self-efficacy were assessed with a questionnaire. User installation motivation was measured using a single item question developed specifically for this study (ranging from 1 [low motivation] to 10 [high motivation]).

Perceived self-efficacy was assessed with a 6-item measure [Sherer, Maddux, Mercandante, Prentice-dunn, & Jacobs, 1982].

Psychophysiological Measures

Psychophysiological measures were used to measure arousal, valence, and cognitive engagement [Riedl & Léger, 2015]. We used average electrodermal activity [EDA] during the task for each participant [Figure 3] to assess arousal. Sensors [BIOPAC, Goleta, USA] were applied in the palm of the hand of participants to measure skin conductance during the experience. Electroencephalography [EEG] [Figure 3] was used to measure participants' cognitive engagement [Pope, Bogart, & Bartolome, 1995] and valence [Davidson, 1992] by means of a wireless EEG headset [Brainvision, Morrisville, USA].

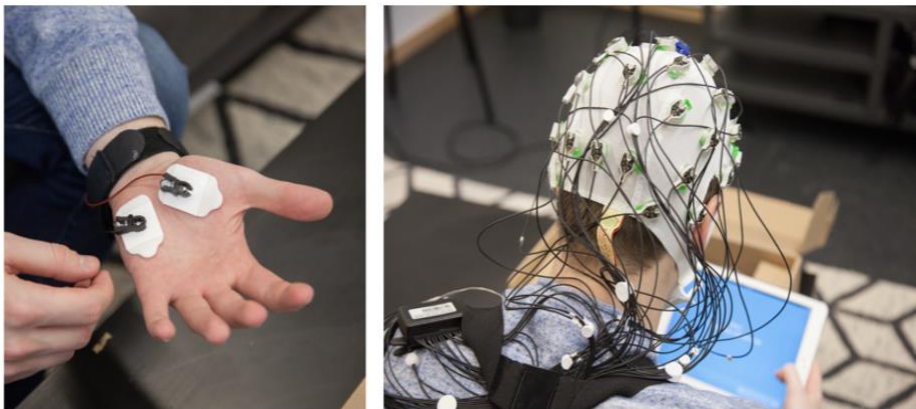


Figure 3. EDA Sensors and EEG Headset

The EEG data was recorded from 32 Ag-AgCl preamplified electrodes mounted on the actiCap and with a brainAmp amplifier [Brainvision, Morrisville]. The acquisition rate was 500 Hz and FCz was the recording reference. We used NeuroRT [Mensia, Rennes] software for the EEG processing of the data. Thus, reprocessing steps were performed in this order: down sampling to 256 Hz, band pass filtering with an infinite impulse response filter at 1–50 Hz, notch filtering at 60 Hz, blink removal through blind source separation, re-referencing to the average common reference, and artifact detection by computing the riemannian distance between the covariance matrix and the online mean. We used a filter bank to isolate the following bands: alpha [8–12 Hz], theta [4–8 Hz] and beta [12–30 Hz].

Cognitive load was calculated with the formula $\beta/[\alpha + \theta]$ using the sum of channels F3, F4, O1, O2 [Pope et al., 1995]. Valence was calculated as frontal alpha asymmetry, i.e the difference between F3 and F4 in the alpha band [Davidson, 1992; Reuderink, Mühl, & Poel, 2013]. These measures are summarized in the following Table 2.

Variable	Measure	Instrument	References
Cognitive Engagement	EEG	Brain <u>Products</u> sensors with a sampling rate of 500 Hz [BrainProducts, Germany]	Pope [Pope et al., 1995]
Valence	EEG	Brain Products sensors with a sampling rate of 500 Hz [BrainProducts, Germany]	Davidson [Davidson, 1992]
Arousal	EDA	Biopac Sensors with a sampling rate of 500 Hz [Goleta, USA]	Boucsein et al. [Boucsein, 2012]

Table 2. Psychophysiological measures

5. Results

5.1 Attitudinal Factors

To test our hypotheses, success was used as the dependent variable in our statistical analysis. In order to test H1, suggesting a relationship between motivation and success, we used logistic regressions modelling the probability of success. For this test, Motivation was treated as binary variable [median split]. Results presented in Table 2 show that motivation did not influence success. Thus, H1 was not supported. A similar test was performed for H2, which posits that users with greater self-efficacy are more successful at installing an electronic device. As no significant effect of self-efficacy was found on user success [Table 3], H2 was not supported.

Response variable	Effect	DF	Estimate	p-value [one-tailed]
Success	Motivation level	1	-.1682	.3383
Success	Self-efficacy	1	-.2027	.2991

Table 3. The impact of attitudinal factors on installation success

5.2 State Factors

Concerning user state factors, logistic regressions were performed to model the marginal effect of arousal, cognitive engagement, and valence on the probability of success. Results indicate that users with higher arousal [EDA levels] were less likely to succeed [p-value = .0322]. Neither cognitive engagement, nor valence had an impact on the successful installation [Table 4]. Thus, only H3 was supported.

Response variable	Effect	DF	Estimate	p-value [one-tailed]
Success	Arousal [EDA]	1	-4.6876	.0322
Success	Cognitive engagement	1	.7019	.22805
Success	Valence	1	-.1833	.4524

Table 4. The impact of users states on installation success.

5.3 Behavior Factor

A logistic regression was performed to model the effect of reading instructions at the beginning of the task on successful installation. Results indicate that users who read instructions at the beginning were more likely to succeed [p-value = .00215, Table 5]. Thus, Hypothesis H6 is supported.

Response variable	Effect	DF	Estimate	p-value [one-tailed]
Success	Reading Instructions	1	2.7568	.00215

Table 5. The impact of reading instructions on success

In a *post-hoc* analysis, we investigated if the level of EDA may have an impact on the reading of instructions and thus, influence the success of the experiment. Actually, it is interesting to understand if a person who was highly activated during the experience would completely forget to read instructions. We explored the relation between reading the instructions and arousal [EDA] using a linear regression. Arousal was negatively related to reading instructions [p-value = .0138, Table 6].

Response Variable	Effect	DF	Estimate	p-value [one-tailed]
EDA	Reading Instructions	1	-0.2318	.0138

Table 6. The impact of reading instructions on EDA

6. Discussion and Concluding Comments

This research is an exploratory attempt to analyze the first stages of the user experience with a product or service; i.e. unboxing, uninstalling and installing the product even before the configuration and usage. Our results show that attitudinal, state, and behavioral factors do not necessarily all have an impact on the successful installation of a product. Our results suggest three main findings: 1) Users' arousal negatively impacts their successful equipment installation, 2) Reading the installation instructions leads to more success, and 3). There is a relationship between reading the instructions and users' arousal level. All other variables investigated (motivation, perceived self-efficacy, emotional valence, cognitive engagement) did not discriminate between successful and unsuccessful participants.

This study contributes to human computer-interaction literature in different ways. First, we investigated user experience prior to the actual device usage, which is a relatively understudied area of UX.

Second, the study illustrates the potential of using psychophysiological measures to capture automatic and unconscious states to inform UX research. Moreover, the non-linear nature of the task also required the recording in a synchronous manner using multiple cameras, including a chest camera, to track the user behavior at any time during the experiment.

This study has several limitations and presents avenues for future research. First, the limited sample size may have contributed to some hypotheses not being supported. It is possible that we did not have enough statistical power to find an effect, even if one existed in the population. Secondly, our study was done to determine the installation of just one type of electronic device, so future research should be performed on different devices to ensure that our findings are not specific to the particular device used in this study. Thirdly, we choose to use binary variables when measuring whether participants read the instructions and were successful at completing the task. This choice limits our interpretation of the results because it does not account for the fact that some people could have read the instructions partially or succeeded partially. A more nuanced analysis would have allowed us to determine to what extent reading the instructions fully or partially would impact task success.

Furthermore, future research could study the impact of additional variables and the importance of additional relationships. For instance, an interesting avenue would be to study the relationship between arousal and self-efficacy. Bandura (A. Bandura, 1977) argues that performance is impacted by a state of high arousal and may have an impact on the individual's perception of self-efficacy. There could also be a relationship between cognitive engagement and self-efficacy (Walker et al., 2006). In addition, understanding the How and Why of the relationship between arousal and reading the instructions may help the design of a better experience and increase installation success rate. Methodologically, mobile eye tracking could be used to more precisely understand actual visual attention on instructions. Moreover, even if people interacted with different electronic devices (i.e., old and new ones), we did not investigate the actual use of the new device. It would be of interest to study if users' perception of the installation may have an impact on their first and future uses of the device.

Moreover, the concept of consumer education reminds us of the responsibility companies have towards consumers to make sure they can make the most out of their experience with different products. If reading instructions is relevant for task success yet consumers do not read them, a question to consider is: Should business give out different formats of instructions (ex. videos or recording) to ensure consumers make the most out of the information at their disposal? Is this part of their responsibilities? The results of our research inform companies on how to best educate their consumers to ensure that the consumers will install properly the electronic device. Since instructions seem to significantly impact installation success, we suggest that companies should not only offer different formats for instructions, to ensure that people with different predispositions (ex. people who are more visual learners) can have access to the necessary information. Nonetheless, many companies do offer different formats of instructions already, and in those case we suggest that they highlight the websites or other locations where these instruction could be found on the packaging or instruction manual.

To conclude, we tried to understand which attitudinal, psychophysiological, and behavioral factors can help a company in predicting successful electronic device installations. In the long run, this type of experience opens the door for new innovative modes of interaction and types of research in the field of User Experience and Human Computer Interaction.

7. Acknowledgments

We are thankful for the financial support of the Natural Sciences and Engineering Research Council of Canada. Authors also want to thank Brendan Scully for manuscript revision.

8. References

- Adapted from Nixon P, Practitioner, 1979. (2012). The Performance level. AROUSAL STRESS. *World Appl. Sci. J.*, 19 (10), 1381–1387.
- Atherton, M., & Wells, J. (1998). Consumer education: Learning for life. *Consumer Policy Review*, 8(4), 127–131.
- Bandura, A. (1977). Self-efficacy: Toward a Unifying Theory of Behavioral Change. *Psychological Review; Stanford University*, Vol. 84 (No. 2), 191–215.
<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1037/0033-295X.84.2.191>
- Bandura, A. (1993). Perceived Self-Efficacy in Cognitive Development and Functioning. *EDUCATIONAL PSYCHOLOGIST*, 28 (2), 1 17–148 Copyright o 1993, Lawrence Erlbaum Associates, Inc. *Perceived, 1^o* (August 2013), 37–41.
<https://doi.org/10.1207/s15326985ep2802>
- Booth P. (1989). *An introduction to human-computer interaction*. Lawrence Publishers.
- Boucsein, W. (2012). *Electrodermal Activity: Springer Science & Business Media*.
- Brakus, J. J., Schmitt, B. H., & Zarantonello, L. (2009). Brand Experience: What Is It? How Is It Measured? Does It Affect Loyalty? *Journal of Marketing*, 73 (3), 52–68.
<https://doi.org/10.1509/jmkg.73.3.52>
- Ceaparu, I., Lazar, J., Bessiere, K., Robinson, J., & Shneiderman, B. (2004). Determining Causes and Severity of End-User Frustration. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 17 (3), 333–356.
https://doi.org/10.1207/s15327590ijhc1703_3
- Charland, P., Pierre-Majorique Léger, Julien Mercier, Yannick Skelling, & Hugo G. Lapierre. (2017). Measuring implicit cognitive and emotional en-gagement to

better understand learners' performance in problem solving. *Zeitschrift Für Psychologie*.

Cooper, A. (1999). *The inmates are running the asylum*. (Pearson, Ed.).

Corcoran, B. Y. D. W. J. (1965). PERSONALITY AND THE INVERTED-U RELATION, 267–273.

Courts, F. A. (1942). Relations between muscular tension and performance. *Psychological Bulletin*, 39 (6), 347–367. <https://doi.org/10.1037/h0060536>

Davidson, R. J. (1992). Emotion and Affective Style: Hemispheric Substrates. *Psychological Science*, 3 (1), 39–43. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9280.1992.tb00254.x>

Duffy, E. (1957). The Psychological Significance of the Concept of “Arousal” or “Activation.” *Psychological Review*, 64, 265–275.

Farhan, Q. (2000). Hawthorn—Possible implications of aging for interface designers. *Interacting with Computers*, 12 (November), 1–6.

Forlizzi, J., & Battarbee, K. (2004). Understanding experience in interactive systems. *Proceedings of DIS 2004*, 261–268.

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>

Frijda, N. H. (1987). Emotion, cognitive structure, and action tendency. *Cognition and Emotion*, 1 (2), 115–143. <https://doi.org/10.1080/02699938708408043>

Greene, B. A., Miller, R. B., Crowson, H. M., Duke, B. L., & Akey, K. L. (2004). Predicting high school students' cognitive engagement and achievement: Contributions of classroom perceptions and motivation. *Contemporary Educational Psychology*, 29 (4), 462–482. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2004.01.006>

- Hartson, R., & Pardha S., P. (2012). *The UX Book: Process and guidelines for ensuring a quality..* Morgan Kaufmann.
- Hassenzahl, M., & Tractinsky, N. (2006). User experience—A research agenda. *Behavior and Information Technology*, 25 (2), 91–97.
<https://doi.org/10.1080/01449290500330331>
- Jacob Dazarola, R. H., Torán, M. M., & Sendra, M. C. E. (2012). Interaction for emotion: The different instances and events of interaction between people and products. *8th International Conference on Design and Emotion: Out of Control, London* (February 2015). Retrieved from
<http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-84867149597&partnerID=40&md5=52dee4517b9a964ce136461b0b8b4295>
- Léger, P. M., Sénécal, S., Courtemanche, F., de Guinea, A. O., Titah, R., Fredette, M., & Labonte-LeMoyne, É. (2014). Systems, Precision is in the eye of the beholder: Application of eye fixation-related potentials to information systems research. *Journal of the Association for Information Systems*, 15 (10), 651.
- Lim, K. H., Benbasat, I., & Todd, P. a. (1996). An experimental investigation of the interactive effects of interface style, instructions, and task familiarity on user performance. *ACM Transactions on Computer-Human Interaction*, 3 (1), 1–37.
<https://doi.org/10.1145/226159.226160>
- Longo, L. (2011). Human-Computer Interaction and Human Mental Workload: Assessing Cognitive Engagement in the World Wide Web, 402–405.
https://doi.org/10.1007/978-3-642-23768-3_43
- Malmo, R. B. (1957). Anxiety and behavioral arousal. *Psychological Review*, 64 (5), 276–287. <https://doi.org/10.1037/h0043203>
- Martens, R., & Landers, D. (1970). Motor performance under stress. *Journal of Personality and Social*, 16 (1), 29–37.
<https://doi.org/10.1080/10671188.1968.10616565>

- McCarthy, J., & Wright, P. (2004). *Technology as experience. Interactions* (Vol. 11).
<https://doi.org/10.1145/1015530.1015549>
- Novick, D. G., & Ward, K. (2006). Why don ' t people read the manual ? Why Don ' t
People Read the Manual ?, 11–18.
- Pope, A. T., Bogart, E. H., & Bartolome, D. S. (1995). Biocybernetic system evaluates
indices of operator engagement in automated task. *Biological Psychology*, 40 (1–
2), 187–195. [https://doi.org/10.1016/0301-0511\(95\)05116-3](https://doi.org/10.1016/0301-0511(95)05116-3)
- Reuderink, B., Mühl, C., & Poel, M. (2013). Valence, arousal and dominance in the EEG
during game play. *International Journal of Autonomous and Adaptive Communications
Systems*, 6 (1), 45. <https://doi.org/10.1504/IJAACS.2013.050691>
- Riedl, R., & Léger, P.-M. (2015). *Fundamentals of NeuroIS: Information Systems and
the Brain. Fundamentals of NeuroIS*. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-45091-8>
- Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2000). Intrinsic and Extrinsic Motivations: Classic
Definitions and New Directions. *Contemporary Educational Psychology*, 25 (1),
54–67. <https://doi.org/10.1006/ceps.1999.1020>
- Sanford, L. D., Suchecki, D., & Meerlo, P. (2015). Stress, Arousal, and Sleep. In P.
Meerlo, R. M. Benca, & T. Abel (Eds.), *Sleep, Neuronal Plasticity and Brain
Function* (pp. 379–410). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
https://doi.org/10.1007/7854_2014_314
- Sherer, M., Maddux, J. E., Mercandante, B., Prentice-dunn, S., & Jacobs, B. (1982). 1977,
1982). The Self-Efficacy Scale Construction and Validation, 663–671.
- Tincher, J., Experience, C., & Lead, P. (2013). Creating a Customer—Focused
Customer Experience Journey Map.
- Vallerand, R. J. (1997). Toward A Hierarchical Model of Intrinsic and Extrinsic
Motivation. *Advances in Experimental Social Psychology*, 29 (C), 271–360.
[https://doi.org/10.1016/S0065-2601\(08\)60019-2](https://doi.org/10.1016/S0065-2601(08)60019-2)

Walker, C. O., Greene, B. A., & Mansell, R. A. (2006). Identification with academics, intrinsic/extrinsic motivation, and self-efficacy as predictors of cognitive engagement. *Learning and Individual Differences, 16* (1), 1–12.
<https://doi.org/10.1016/j.lindif.2005.06.004>

Wright, P., Creighton, P., & Threlfall, S. M. (1982). Some factors determining when instructions will be read. *Ergonomics, 25* (3), 225–237.
<https://doi.org/10.1080/00140138208924943>

Yang, H., Yu, J., Zo, H., & Choi, M. (2016). User acceptance of wearable devices: An extended perspective of perceived value. *Telematics and Informatics, 33* (2), 256–269. <https://doi.org/10.1016/j.tele.2015.08.007>

III. Chapitre 2: Article 2

Une approche neurophysiologique pour élaborer des cartes d'expérience client et personas

Benjamin Maunier¹, Juliana Alvarez¹, Marc Fredette¹, Pierre-Majorique Léger¹,
Sylvain Sénécal¹,

¹HEC Montréal, Tech3Lab, 3000 chemin de la Côte-Sainte-Catherine, Montréal, Québec,
Canada, H3T 2A7

Résumé

Les personas et les cartes d'expérience client sont des outils permettant d'analyser et modéliser l'expérience utilisateur. Un persona est une représentation fictive décrivant un segment d'utilisateurs. Une carte d'expérience client est une représentation visuelle de la séquence d'événements d'un client lors de son utilisation d'un produit. Elle permet de mieux décrire la diversité ainsi que la richesse des parcours vécus par les utilisateurs. Traditionnellement, ces outils sont construits uniquement à partir de données qualitatives (ex. entretiens ou discussions) ou quantitatives (ex. questionnaires) et ne représentent pas toujours ce que vivent intérieurement les utilisateurs durant leur interaction avec les technologies.

Le but de cette étude est de proposer une nouvelle approche multi méthode dans la construction des personas et cartes d'expérience client, c'est-à-dire l'utilisation d'une méthode de regroupement basée sur des mesures implicites (engagement cognitif, valence et activation) et enrichies de mesures explicites (entrevues, observations et questionnaires). Pour cette étude, 29 participants ont été recrutés afin de participer à une étude de laboratoire. Ils ont effectué une série de tâches dans l'ordre de leur choix afin de désinstaller et d'installer un nouvel équipement électronique.

Grâce à toutes les données collectées et l'identification de quatre regroupements de participants, les résultats permettent de proposer un nouveau type de visualisation des personas et cartes d'expérience client pour les designers UX. Par ailleurs, cette étude contribue à la littérature sur la construction et la pertinence de l'utilisation de ces deux outils.

Mots clés : expérience utilisateur ; auto installation ; technologie de l'information ; personas; cartes d'expérience client ; curve clustering

1. Introduction

Connaître et comprendre les besoins de ses clients est un des points clés pour chaque organisation. Certains professionnels vont même à promouvoir l'utilisation des cartes d'expérience client ainsi que des personas afin de mieux cibler les besoins particuliers (Lemon & Verhoef, 2016 ; Cooper, 1999). Cooper (1999) définit un persona comme une représentation fictive décrivant un segment d'utilisateurs tandis que Parker & Heapy (2006) soutiennent que la carte d'expérience client permet de mieux modéliser la diversité ainsi que la richesse des parcours vécus par ceux-ci.

Ces deux outils de visualisation sont complémentaires. Lors de la création de cartes d'expérience client, Temkin (2010) montre l'importance de bien analyser les données récoltées afin d'identifier différents personas. Par la suite, grâce aux différents profils d'utilisateurs identifiés, il est alors possible de créer une unique carte d'expérience client modélisant les objectifs, les besoins, les attentes ainsi que les perceptions des utilisateurs. Dans le cas où de nombreuses informations sont collectées, il est plus intéressant de créer une carte d'expérience client pour chaque persona identifié afin de mieux analyser certaines différences entre les utilisateurs.

Néanmoins, comme il n'y a pas de format standardisé sur le processus de création de personas et cartes de parcours clients (Wolff & Seffah, 2011), les professionnels se basent principalement sur des moyens qualitatifs et sur l'observation. De ce fait, ces mêmes professionnels peuvent être influencés par leur propre perception (McGinn et al., 2008 ; Meyer & Schwager, 2007).

Avec une approche traditionnelle, c'est-à-dire en utilisant uniquement les mesures explicites et la perception de l'utilisateur, il n'est pas toujours possible de recueillir toute la richesse de certains construits comme la frustration des utilisateurs par exemple (Meyer & Schwager, 2007). Le persona et la carte de parcours de client risquent alors de n'être que partiellement complètes ce qui ne facilite pas la compréhension de l'expérience vécue.

L'évaluation de l'expérience utilisateur doit donc aller au-delà d'observations du comportement ainsi que d'entrevues afin d'être en mesure d'analyser et de modéliser ce que vit réellement l'utilisateur (Obstrist et al., 2009). En effet, selon Hartson et Pyla (2012), l'expérience utilisateur représente intérieurement ce que l'utilisateur ressent lors de son interaction avec un produit.

L'utilisation de mesures implicites telles que les données neuro — et psychophysiologiques sont à prendre en compte afin de mieux analyser et comprendre les réactions de l'utilisateur lors de son interaction avec une technologie (Ortiz de Guinea et al., 2014). En prenant en compte plusieurs méthodes, combinant à la fois les mesures implicites (i.e. automatiques ou inconscientes) et explicites (i.e. perceptuelles), la modélisation des personas et carte d'expérience client permettraient de représenter plus précisément les comportements et le vécu des utilisateurs.

Cette étude propose donc une approche afin de créer des personas ainsi que des cartes d'expérience client qui mobilisent les données observationnelles et psychophysiologiques. Au sein d'un laboratoire, nous avons conduit une expérience avec 29 participants et avons étudié dans quelle mesure différents facteurs pouvaient avoir un impact sur le succès d'une installation d'équipement de télécommunication. Pour parvenir à ce résultat, trois étapes ont été mises en place. Premièrement, nous avons utilisé une méthode de regroupement statistique afin d'identifier des segments d'utilisateurs ayant eu des comportements différents. Deuxièmement, nous avons synchronisé les mesures implicites et les vidéos d'observations afin de comprendre l'expérience vécue pour chaque tâche et ainsi créer une carte d'expérience client. Enfin, nous avons bonifié ces cartes et ces personas grâce à des mesures explicites collectées à l'aide d'entrevues et de questionnaires.

Cette nouvelle approche multi méthode se veut donc être une réponse aux limites identifiées dans la littérature par rapport aux différentes approches utilisées dans la construction des personas et cartes d'expérience client jusqu'à maintenant (Meyer & Schwager, 2007 ; McGinn et al., 2008 ; Lemon & Verhoef, 2016).


Grâce à l'introduction de mesures implicites et plusieurs types de données, les designers et chercheurs UX ont à leur disposition un tout nouvel outil d'analyse et de visualisation des données afin de mieux comprendre le parcours vécu de leurs utilisateurs.

2. Revue de littérature

2.1 Définition du Persona

Cooper (1990) introduit la notion de personas et le définit comme étant « un personnage fictif basé sur des archétypes et représentant les données comportementales d'une analyse empirique ainsi que d'études ethnographiques » (Cooper, 1999 ; 124). Selon lui, le principal objectif du persona est de représenter de manière réaliste et fiable un segment d'utilisateurs. En d'autres termes, le but du persona est de créer des portraits d'utilisateurs ou un modèle basé sur la recherche UX afin de mieux cibler les besoins, les motivations, les comportements et les émotions à l'égard d'un produit ou d'un service.

À partir de cette définition, de nombreux auteurs (Miaskiewicz & Kozar, 2011, 417 ; Pruitt & Grudin, 2003 ; Floyd & al., 2008) ont élargi la notion de persona au design ainsi qu'aux équipes de développement en montrant que leur utilité permet de mieux cibler certains critères de décisions de développement d'un produit (Pruitt & Grudin, 2003). En utilisant un texte narratif, une image ainsi qu'un nom, un persona fournit aux designers une représentation précise d'un segment (Miaskiewicz et al., 2011) permettant aux équipes de design de mieux représenter leurs utilisateurs et leurs réactions anticipées (Floyd et al., 2008). Comme le montre la figure 4, les designers peuvent ainsi ressentir une certaine empathie lors de la conception d'un produit et ainsi améliorer les fonctionnalités pour l'utilisateur en ayant toujours en tête ses besoins et ses attentes (Miaskiewicz et al., 2011).



Ben 'Débutant'

Ouvrier célibataire

Ben a 25 ans et vit chez ses parents. Il a peu de connaissances, une maigre expérience et il ne cuisine pas souvent. Par préférence, il mange beaucoup à l'extérieur ou bien sa mère cuisine pour lui. Lorsqu'il prépare à manger il utilise la cuisine de ses parents, et il s'inspire de la télévision, d'internet, ou des repas pris à l'extérieur avec des amis. Ben aime les choses simples et rapides et n'a pas beaucoup de temps pour apprendre ou s'exercer.

Objectifs

Ben aimerait atteindre un bon niveau en cuisine. Il voudrait être sociable, plus indépendant et aussi s'améliorer. Il aimerait apprendre des recettes fines et manger raisonnablement des aliments de choix.

Comment l'aider ?

- L'encourager à cuisiner plus souvent – lui rappeler la date de sa dernière « prestation culinaire »
- L'aider à se souvenir / à accéder aux conseils en matière de plats ou de technique
- Filtrer les recettes rapides et simples recherchées sur internet (filtrage personnel des recettes)
- Lui rappeler d'aller au supermarché et trouver des ingrédients rapidement et aisément
- L'aider à maîtriser les quantités d'ingrédients lorsqu'il cuisine
- Surveiller les activités culinaires des autres occupants de la maison – planifier l'utilisation des restes de viande, etc...
- Réaliser des recettes plus accessibles – réduire la nécessité de relire les instructions pour vérifier
- L'informer de la fin du temps de cuisson des aliments
- Suivre ses progrès en apprentissage et l'encourager
- Faciliter le fun cooking en compagnie de sa compagne et ses amis

Figure 4 Exemple de Persona (Lallemand et Gronier, 2015)

Blomquist et Arvola (2002) ont notamment mené une étude auprès d'une équipe de design afin de mieux comprendre l'utilisation des personas au sein de leur processus de développement. Même si l'équipe de conception avait une bonne connaissance de l'outil, elle manquait de repères pour interpréter et communiquer les bonnes informations. Le persona n'était donc pas intégré dans leur processus de design.

Par ailleurs, Ronkko (2005) a montré que l'utilité des personas pouvait être limitée par le contexte organisationnel ainsi que le type de projet en question. Matthews, Judge, & Whittaker (2012) ont conclu que de nombreux designers n'utilisaient pas l'outil des personas puisqu'ils le trouvaient trop impersonnel, abstrait et trompeur.

Néanmoins, lorsqu'ils sont bien utilisés et communiqués dans un projet de conception, ils permettent aux concepteurs de mieux préciser et élaborer certaines idées auxquelles ils n'avaient peut-être pas pensé auparavant (Brangier et al. 2012, Lallemand, 2015).

Grudin et Pruitt (2013) ont montré que la création des personas aide à garder en tête un critère de développement explicite pour les designers. Par exemple, à la question : « Pourquoi développons-nous cette fonctionnalité ? » Il peut être difficile d'y répondre sans l'outil des personas et en se basant uniquement sur sa propre perception. Cet outil est également un bon moyen de communication entre les équipes puisqu'il permet

d'identifier une personne en particulier plutôt qu'un groupe abstrait d'utilisateurs et ainsi mieux retenir certaines informations (Grudin et Pruitt, 2013). Tous ces bénéfices aident donc à concevoir de meilleurs produits.

Pour conclure sur la définition des personas, plusieurs aspects dans le processus de création des personas sont importants à prendre en compte : le contexte d'utilisation et la manière dont ils sont communiqués aux équipes. Bien entendu, la construction des personas, la méthode de recherche (observations, entrevues, sondages et les mesures implicites) le type de données collecté (qualitatives, quantitatives) ainsi que la manière de les représenter sont également à prendre en considération afin de mieux faciliter leur utilisation.

2.1.1 La construction des personas

Dans la littérature, il est possible d'observer deux approches dans la construction des personas prises par de nombreux chercheurs : basée principalement sur des données qualitatives (entrevues, enquêtes, observations) ou basées sur des données quantitatives (questionnaires et outils de mesure).

L'utilisation de données qualitatives telles que des observations, des entrevues ou même des groupes de discussion aident à mieux interpréter les frustrations et donc de manière plus globale, la perception des futurs utilisateurs. Comme le mentionne Lallemand et Gronier (2015), la principale recommandation est de s'appuyer sur des données ethnographiques, mais également parfois sur des données quantitatives telles que des études de marché ainsi que des rapports d'enquêtes par exemple. La figure 5 illustre l'importance d'extraire les données qualitatives et d'identifier des variables spécifiques sur lesquelles s'appuyer pour identifier les personas. Par la suite, il est nécessaire de représenter chaque variable sur un axe afin d'avoir une meilleure vision de l'information. L'étape suivante consiste maintenant à placer chaque participant sur les différents axes des variables afin d'identifier des types de comportements. La dernière étape permet finalement d'avoir une première idée des personas et des différents profils d'utilisateurs issus de l'interprétation des variables.

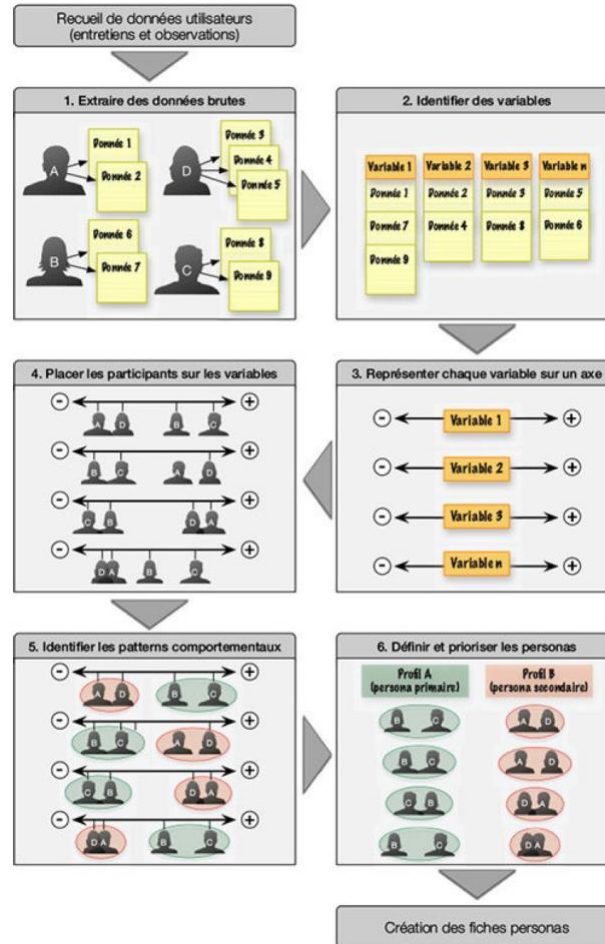


Figure 5. Méthode d'identification des personas basés sur des données qualitatives (Lallemand et Gronier, 2015)

Wolff & Seffah (2011) affirment que la construction des personas s'appuie sur l'expertise du designer ainsi que son intuition ce qui peut rendre la tâche compliquée. Ils ont alors créé un outil appelé *UX Modeler*. Semblable à un forum internet, cet outil permet aux designers d'échanger entre eux ainsi qu'avec des utilisateurs afin de mieux comprendre comment construire efficacement des personas et quelles sont leurs attentes.

McGinn et al. (2008) affirment que la plupart du temps, la taille de l'échantillon (c.-à-d. le nombre d'utilisateurs qui ont réalisé une entrevue par exemple) est trop petit pour s'assurer qu'il soit représentatif de la population ou de ce segment.

Une des principales limitations avec les données qualitatives est que les personas ne sont pas toujours construits à partir de véritables données de l'utilisateur (McGinn et al., 2008). Certains concepteurs se basent indirectement sur leurs idées lorsqu'ils développent des personas ce qui peut comporter de nombreux biais (Faily & Flechais, 2011). Ce type de persona a été défini sous le nom de proto-persona (Cooper, 1999) et les concepteurs ne s'appuient pas sur les données qualitatives collectées, mais bel et bien sur ce qu'ils imaginent des utilisateurs.

Enfin, comme certains auteurs (Miaskiewicz, Sumner, & Kozar 2008, Hair & al., 2006, Watanabe et al., 2017) l'ont démontré, l'intégration de données quantitatives est donc priorisée afin que le développement des personas soit réalisé de manière plus systématique. Bien que les études sur ce sujet sont rares, certaines études présentent de premières idées très intéressantes.

2.1.2 Personas basé sur des données quantitatives

Différentes stratégies ont été utilisées afin de construire des personas s'appuyant plus sur une approche quantitative. Par exemple, Miaskiewicz, Sumner, & Kozar (2008) ont développé un moyen de construire des personas grâce à une analyse sémantique latente. Cette méthode permet d'analyser une grande quantité de données textuelles afin de trouver une similarité entre elles et des termes communs. Pour réaliser cela, ils commencent par collecter des informations en interrogeant différentes personnes et calculer par la suite des matrices de corrélation afin d'avoir une représentation objective des similarités entre les termes recueillis. Après cela, ils ont employé une méthode statistique basée sur le *clustering* afin de générer différents groupes d'utilisateurs. En d'autres termes, ils ont proposé une approche quantitative avec des données textuelles d'entrevues.

Zhang et al. (2016) ont développé une autre approche objective également intéressante. Ils ont étudié comment les personas peuvent être générés via des données issues de parcours de navigation. Comme les auteurs précédents, ils ont également employé une méthode statistique de *clustering* afin d'identifier des comportements similaires et créer

différents profils d'utilisateurs afin de mieux orienter leur stratégie de commerce électronique.

La méthode appelée *Iterative Data-Driven Development of Persona (ID3P)* est un autre moyen utilisé pour construire des personas (Watanabe et al., 2017). À travers plusieurs itérations, cette méthode permet dans un premier temps une construction des personas basée sur une analyse des données quantitatives, dans cet exemple-ci la fréquence de clics d'un utilisateur sur une page spécifique. Dans un deuxième temps, une évaluation quantitative des objectifs stratégiques de l'entreprise grâce à l'analyse de ces personas.

Comme illustré sur la figure 6 ci-dessous, la première étape de cette méthode est d'initier une stratégie d'affaires en utilisant une méthode *GQM+S (Goal-Question-Metrics+Strategies)*, plus spécifiquement être en mesure de quantifier des objectifs et de les relier à la stratégie d'une organisation. Pour cela, il convient donc d'utiliser certaines métriques et certains indicateurs de performance reflétant le comportement des participants, dans cet exemple-ci le nombre de clics d'un utilisateur sur un item en particulier. La deuxième étape consiste à développer les personas en s'appuyant sur ces métriques et indicateurs de performance définis au préalable. La troisième étape consiste à utiliser ces personas afin d'en dégager certaines stratégies. Dans ce cas-ci, le nombre de cliques sur le bouton « Partager » permet d'imaginer que certains utilisateurs sont plus susceptibles de recommander un service que d'autres. La quatrième étape permet d'identifier, planifier et exécuter les stratégies grâce aux personas et comportements analysés précédemment.

La méthode itérative comprend alors une révision constante des personas en utilisant à la fois les changements des comportements des utilisateurs identifiés lors de leur interaction avec un site internet, mais également leurs caractéristiques. Enfin, la dernière étape consiste à valider et améliorer les stratégies identifiées précédemment en se basant constamment sur les nouveaux personas identifiées et leurs comportements.

De ce fait, les stratégies sont évaluées de manière quantitative en se basant à la fois sur les personas ainsi que la méthode GQM+S.

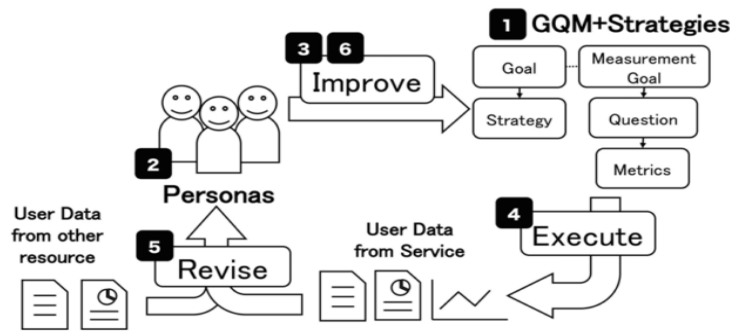


Figure 6. Aperçu d'une itération en ID3P (Watanabe et al., 2017)

De plus, Georges, Fredette et al. (2018) ont pour la première fois, proposé une nouvelle approche de construction de personas basée sur des données quantitatives et mesures implicites. Cette étude mesurait l'expérience vécue de participants durant une installation multimédia interactive, qui consistait en une marche en forêt d'une durée d'une heure. S'appuyant sur une méthode statistique de *curve clustering* afin d'identifier différents regroupements et grâce aux mesures implicites (valence émotionnelle et activation), ils ont été en mesure de catégoriser des participants selon leurs réponses émotionnelles à l'expérience et ainsi créer des personas. Néanmoins, cette approche ne s'est pas penchée sur la modélisation des parcours utilisateurs et n'a pas été réalisée dans un environnement contrôlé, ce qui a pu nuire à la validité interne des résultats.

Comme le montre le tableau 7 ci-dessous, de nombreuses études s'appuient sur des données qualitatives basées sur des mesures explicites comme les entrevues, discussions de groupes et observations pour ensuite utiliser des données quantitatives basées sur des méthodes statistiques (Faily & Flechais, 2011). Néanmoins, une seule étude a présenté l'utilisation de mesures implicites dans le processus de création de personas (Georges et al. 2018).

Certaines études utilisent une approche multi méthode, mais très peu de ces approches prennent en compte les données psychophysiologiques. Il semble important de considérer cet aspect afin de mieux représenter et comprendre l'expérience réellement vécue par les utilisateurs afin d'être en mesure de modéliser des personas beaucoup plus valides.

Bien que l'outil des personas aide à identifier et comprendre un certain type d'utilisateur, il manque alors une représentation plus précise des parcours vécus par ces utilisateurs à chaque instant de l'interaction. Il est donc important de s'intéresser à un autre outil permettant de mieux représenter et visualiser l'expérience du client.

Auteurs	Contribution
Miaskiewicz, Sumner, & Kozar, (2008)	Construction basée sur une approche quantitative grâce à l'utilisation de matrices de corrélation
Zhang et al. (2016)	Construction des personas via une méthode de <i>clustering</i>
Watanabe et al. (2017)	Construction des personas basée sur l'interprétation de données quantitatives
Georges et al. (2018)	Construction des personas utilisant des mesures implicites et une méthode de <i>clustering</i>

Tableau 7. Liste non exhaustive d'études utilisant des données quantitatives pour créer des personas

2.2 Définition de la carte du parcours client

Shostack (1977) a été un des premiers auteurs à introduire cette notion de Carte de Parcours Client, aussi appelé *Customer Journey Maps* (CJM). Une carte de ce type est principalement décrite comme une représentation visuelle de la séquence d'événements d'un client lors de son utilisation d'un produit (Rosenbaum & al. 2017). Le but de cet outil est de mieux interpréter l'expérience des utilisateurs et ainsi créer une meilleure relation entre les organisations et leurs clients (Adlin & Jamesen Carr, 2006). Un des principaux avantages de ce type de représentation est qu'elle permet d'avoir une vision très globale de l'expérience, et ce du début jusqu'à la fin de l'interaction avec un produit ou un service (Lallemand et Gronier, 2015). L'exemple de la figure 7 permet notamment de mettre en évidence les actions, pensées, expériences et opportunités lors de chaque étape du parcours de l'utilisateur.

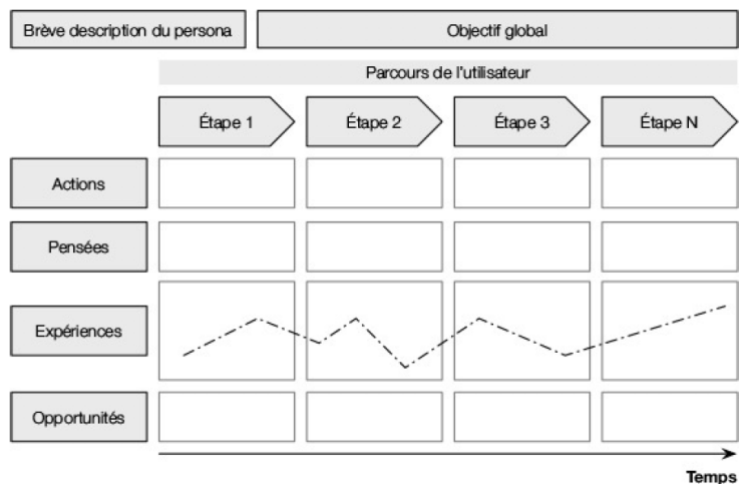


Figure 7. Exemple de format d'une carte d'expérience client (Lallemand, Gronier, 2015)

De nombreux aspects sont à considérer lors de la construction d'une telle représentation : le parcours du client, les attentes du client, sa perception, sa satisfaction et enfin ses informations telles que ses habitudes avec le produit ou le service ainsi que la relation avec l'entreprise (Canfield & Basso, 2017).

Il est alors important de toujours garder en tête ces aspects de l'expérience qui sont 1) les points de contact et 2) l'aspect émotionnel (Tincher, 2013) ainsi que les réponses

cognitives, sociales et physiques à l'égard d'un produit, d'un service ou d'une entreprise (Verhoef et al., 2009).

Comme nous l'avons évoqué précédemment, les CJM peuvent se baser sur différents types de données et stratégies d'analyse, qui sont souvent déployés de cette manière 1) identifier un portrait global et ses limites, 2) identifier les premiers points de contact également ainsi que 3) fournir des recommandations (Halvorsrud et al., 2016).

Conséquemment, la façon dont les professionnels en UX traduisent leur recherche dans certains types de visualisation diffère. La forme de représentation la plus commune est la présentation de la séquence d'événements réalisée par l'utilisateur lorsqu'il vit son expérience avec un service ou un produit. La figure 8 est un exemple présentant toutes les étapes de l'expérience client lors d'un processus d'achat d'un produit. Ce type de représentation met en évidence les points de contact ainsi que l'ordre des étapes réalisées et permet de mieux cibler les comportements des utilisateurs durant tout le processus.

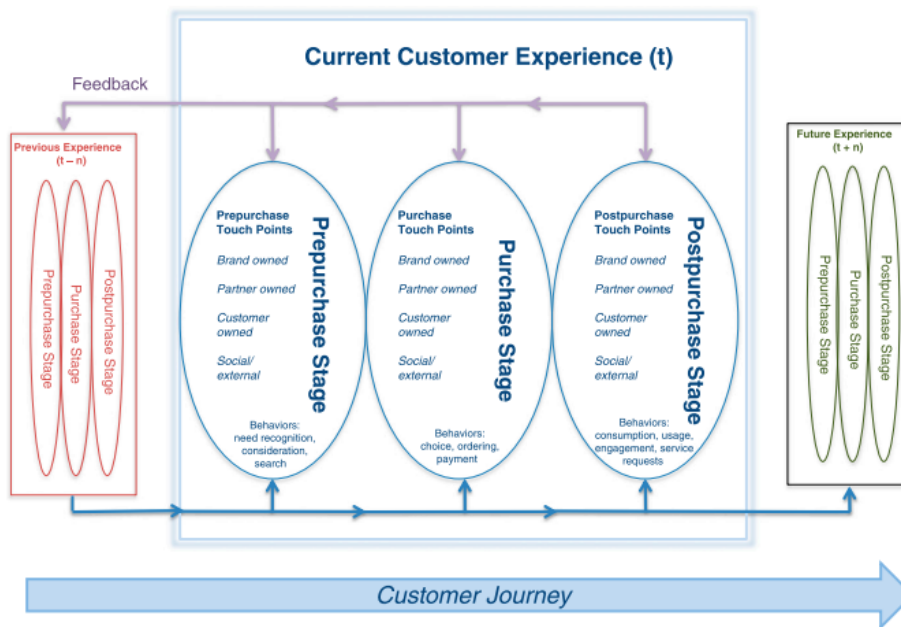


Figure 8. Exemple de représentation d'une carte d'expérience client (Lemon & Verhoef, 2016)

Selon la richesse des données collectées, la carte de parcours client peut être améliorée en ajoutant une ligne de temps, la durée de chaque étape ainsi que le niveau de satisfaction pour chaque point de contact identifié comme le montre la figure 9. Cette représentation met en évidence de manière beaucoup plus visuelle les objectifs, les points de contacts et les différentes phases d'un processus d'achat.

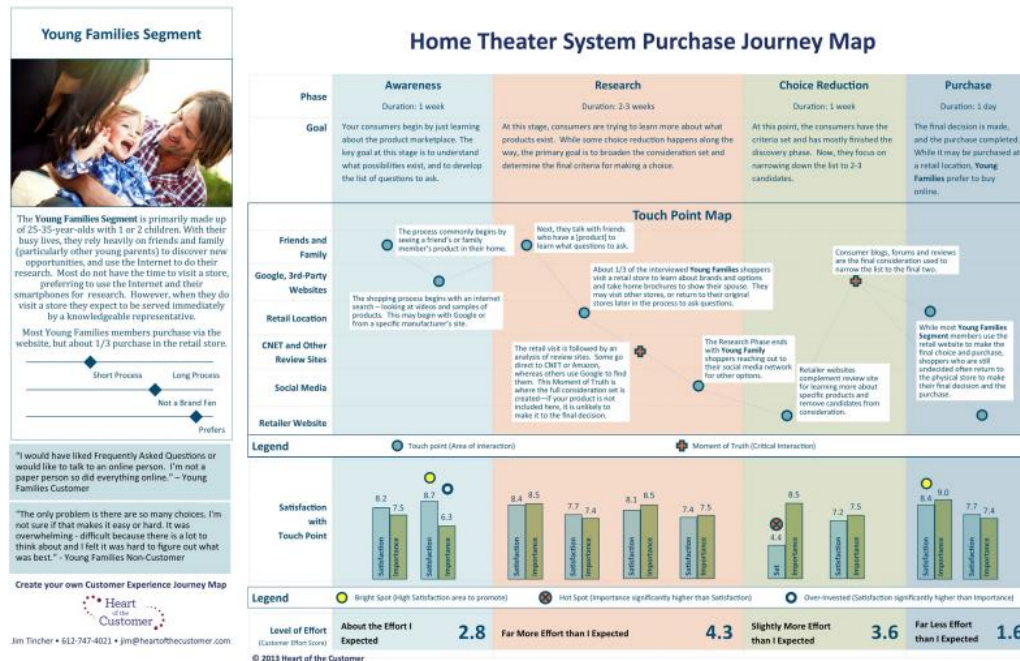


Figure 9. Autre exemple de représentation d'une carte d'expérience client (Tincher, 2013)

Cependant, l'implantation de cet outil ne reflète pas toujours la réalité. En effet, un des principaux désavantages est que la carte d'expérience n'est pas toujours facile à modéliser dépendamment si l'activité de l'utilisateur est très complexe (Lallemant & Gronier, 2015). De plus, la représentation des cartes de parcours clients s'appuie principalement sur les mesures explicites et émotions perçues des participants, mais il convient de valider toutes ces données en utilisant les mesures implicites afin de mieux observer les réactions automatiques et inconscientes des utilisateurs (Lim, Niforatos, Alves et al., 2014).

2.2.1 La construction des cartes d'expérience client

Pour de nombreux auteurs, l'expérience du parcours client est l'interprétation subjective de ce que la compagnie en question représente et offre comme services ou produits (Meyer et Schwager, 2007). Conséquemment, la majorité des données collectées pour construire de telles représentations proviennent des observations, discussions de groupes et sondages basées uniquement sur le ressenti de l'utilisateur (Nenonen et al., 2008; Rawson et al. 2013; Moon et al., 2016). Les chercheurs UX utilisent principalement ces techniques afin de collecter l'expérience perçue de l'utilisateur quand il interagit avec un produit ou un service. L'observation permet également de mettre en évidence les points de contact qui peuvent dans certains cas représenter une difficulté pour l'utilisateur ou alors l'aider à atteindre son objectif.

À travers l'observation, le chercheur est capable d'identifier et décrire une séquence d'événements. Les entrevues ou groupes de discussion, pour leur part, sont plus des stratégies déployées par le chercheur afin de mieux comprendre en détail l'expérience perçue avec un regard sur les différentes étapes auxquelles ils ont été confrontés. Ces techniques permettent à l'utilisateur de s'exprimer afin de mieux cibler les attentes, les besoins ainsi que les motivations vis-à-vis de l'expérience idéale.

Finalement, les sondages viennent compléter toutes ces données présentées précédemment. Avec des mesures de satisfaction, les chercheurs ont alors l'opportunité de créer des métriques plus précises concernant l'expérience en particulier (Parker et Heapy, 2006).

2.2.2 Cartes d'expérience client basées sur des données implicites

Bien qu'en minorité dans la littérature, nous avons trouvé certains chercheurs qui utilisaient une intégration de mesures implicites dans la création des cartes de parcours clients. Alves et al. (2014) mentionnent l'importance de l'intégration de données qui peuvent aider les professionnels dans la planification et l'exécution de tests utilisateurs.

Ils ont donc utilisé l'électroencéphalographie (EEG) et l'oculométrie afin de mieux comprendre les états cognitifs et affectifs des participants lors de leur interaction avec un service, dans ce cas-ci, une cantine étudiante.

Ces deux instruments leur ont permis de quantifier les expériences et comprendre les réactions implicites de leurs utilisateurs durant leur parcours (Lim, Niforatos, Alves et al., 2014). Par exemple, leurs résultats ont montré que certains participants avaient un niveau d'attention particulièrement faible sur la présentation de la nourriture ce qui montre que la majorité des étudiants ont souvent déjà fait leur choix. Toutefois, ils n'ont pas utilisé de méthode de regroupement statistique et ont seulement réalisé cette expérimentation auprès de deux participants. De plus, ils n'ont utilisé aucune donnée qualitative pour confirmer leurs premiers résultats.

Une fois de plus, certaines méthodes novatrices existent dans la littérature (Lim, Niforatos, Alves et al., 2014) mais de nombreuses questions concernant les états émotionnels et cognitifs de l'utilisateur durant une interaction avec un produit n'ont pas encore de réponses.

3. Méthodologie

Cette étude se base à la fois sur des données qualitatives grâce à des mesures explicites ainsi que des données quantitatives par l'intermédiaire de mesures implicites (engagement cognitif, valence et activation), permettant de générer des personas basés sur le parcours réalisé au cours d'une expérimentation non linéaire (i.e. les participants pouvaient réaliser les étapes dans l'ordre et de la manière dont ils souhaitaient).

3.1 Échantillon et procédure

Cette étude comprenait 29 participants (17 hommes, 12 femmes) âgés de 20 à 70 ans et recrutés pour participer à une expérimentation en laboratoire. Avant le début de l'expérience, les participants avaient à remplir un questionnaire de six items concernant leur perception d'auto-efficacité ainsi que répondre à trois questions sur leur motivation, leur capacité à réaliser une auto-installation et la connaissance du matériel.

Par la suite, dans un salon d'expérimentation, chaque participant avait à déballer un nouvel équipement électronique, désinstaller l'ancien équipement et installer le nouvel équipement. Un guide d'instruction disponible sur tablette électronique leur était fourni ainsi qu'un carton d'instruction.

Les utilisateurs avaient le choix de réaliser les tâches dans l'ordre qu'ils préféraient. Conséquemment, les étapes de nombreux participants étaient dans un ordre différent. L'expérimentation se terminait quand les participants pensaient avoir complété avec succès l'installation. Finalement, ils devaient remplir le même questionnaire sur l'auto-efficacité qu'au début et répondre aux deux questions concernant leur motivation et capacité pour une future installation. Cette étude a été approuvée par le comité éthique de notre institution et une compensation de 40 \$ a été versée aux participants.

3.2 Matériel

Afin de mieux observer le parcours utilisateur, trois caméras furent déployées dans la salle afin de s'assurer que chaque manipulation du produit était enregistrée (Figure 10). Ces caméras ont permis notamment d'observer chaque type d'action et aider à synchroniser les outils puis déterminer quelle étape était associée à des niveaux variables d'activation et d'engagement cognitif. La synchronisation a été réalisée en se basant sur les instructions de Léger et al. (2014). Nous avons également accroché une caméra GoPro au niveau de la poitrine du participant afin d'avoir une meilleure vision de tous ses mouvements et mieux comprendre l'ordre et la manière de réaliser certaines tâches et certains branchements (Figure 10). Des senseurs EDA (Biopac, Goleta) ainsi qu'un casque EEG (Brainvision, Morrisville, USA) ont été utilisés pour différentes mesures (Figure 11).

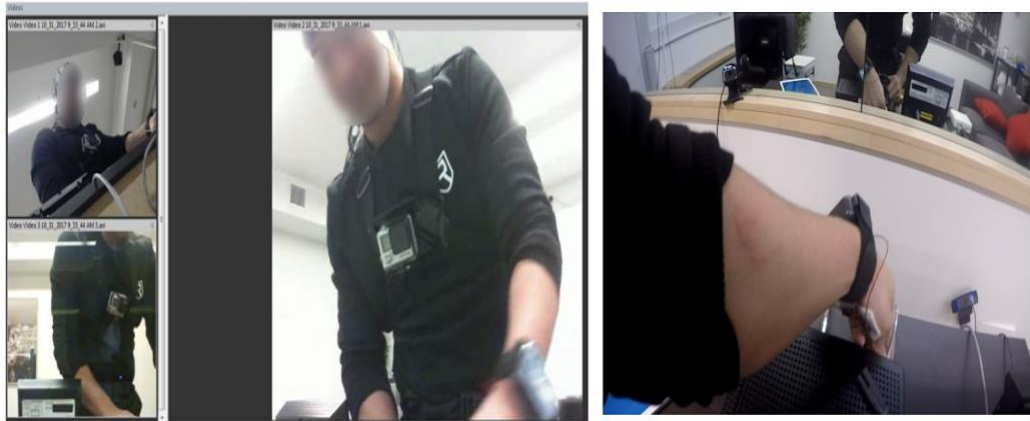


Figure 10. Trois caméras installées dans la salle ainsi qu'une caméra GoPro

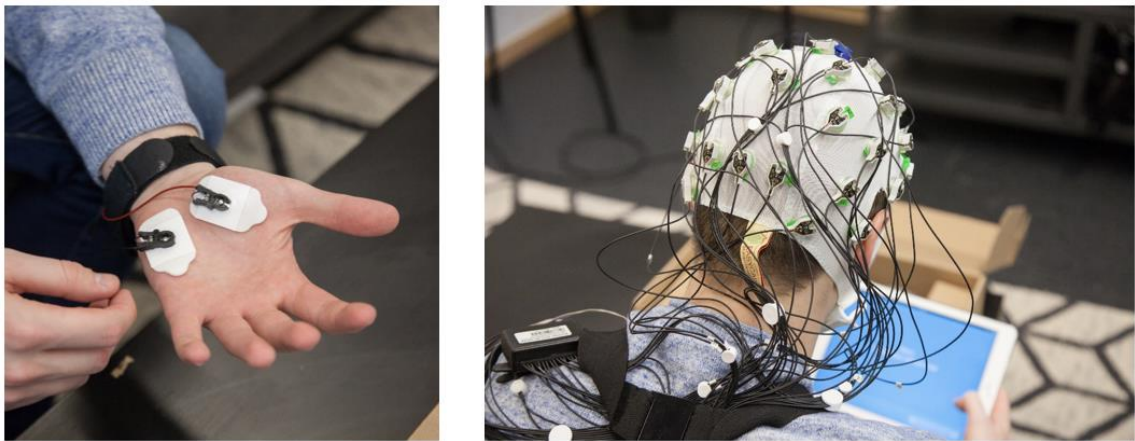


Figure 11. Senseurs EDA et casque EEG

3.3 Opérationnalisation des mesures

Des mesures physiologiques telles que l'activation, la valence et l'engagement cognitif ont été collectées. L'activation a été mesurée grâce à l'activité électrodermale des participants qui est associée à l'intensité de l'émotion (Lang et al., 1993). De nombreuses études ont notamment montré que l'EDA était un bon indicateur de l'activation (Lang et al., 1993; Critchley, 2002; Groeppel-Klein, 2005; Ping et al., 2013). Nous avons pu recueillir cette donnée à l'aide de senseurs EDA ainsi que l'utilisation du logiciel Acknowledge (Biopac, Goleta, États-Unis).

La valence est définie comme la direction d'une réponse émotionnelle et plus spécifiquement du caractère agréable ou désagréable d'une émotion (Lane et al., 1999; Davidson 1992). Dans beaucoup d'études, la valence est mesurée grâce aux expressions faciales (Ekman, 1993) puisque dans de nombreux cas il est possible d'observer les émotions avec les micromouvements des muscles du visage. Néanmoins, compte tenu du mouvement constant des participants dans notre étude, il n'était pas possible de recueillir leurs expressions du visage. Nous avons alors recueilli cette donnée grâce à l'utilisation d'un casque EEG. Certaines études ont déjà utilisé les signaux du cerveau pour mesurer la valence (Chanel et al., 2007; Brown et al., 2011).

La valence a été calculée comme une asymétrie alpha frontale, en d'autres termes la différence entre F3 et F4 dans la bande alpha (Reudering, Muhl et Mannes & Davidson, 1992). La réponse émotionnelle de l'utilisateur peut alors être observée selon l'intensité (activation) et la direction (valence).

L'engagement cognitif de l'utilisateur est défini comme l'effort mental nécessaire à la réalisation de certaines tâches (Blumenfeld et Paris, 2004). Grâce au casque EEG, nous avons repris la méthode de Pope (1995) qui a notamment démontré que l'engagement cognitif pouvait être calculé avec la formule $\beta/(\alpha+\theta)$. Nous avons résumé ces différentes mesures dans le tableau suivant. Dans ce cas-ci, des études ont également utilisé la méthode de l'EEG pour mesurer l'engagement cognitif (Teplan, 2002; Anderson et al., 2011; Park, 2015). Concernant les données EEG afin de mesurer la valence et l'engagement cognitif, elles ont été enregistrées grâce à un casque de 32 électrodes Ag-AgCl ainsi qu'un amplificateur (Brainvision, Morrisville). Nous avons employé le logiciel NeuroRT (Mensia, Rennes) afin d'analyser les données EEG. Le taux d'acquisition était de 500 Hz. Suite à cela, les étapes suivantes ont été réalisées: diminuer le taux d'acquisition jusqu'à 256 Hz, filtrer entre 1-50 Hz, nettoyage des artefacts oculaires à l'aide d'une séparation de source, re-référencement à la référence moyenne et la détection d'artefacts en calculant la distance riemannienne entre la matrice de covariance et la moyenne en temps réel. Une banque de filtres a été utilisée afin d'isoler les bandes suivantes : alpha (8-12Hz), thêta (4-8Hz) et bêta (12-30Hz).

Toutes les vidéos ainsi que les signaux neurophysiologiques ont été enregistrés et synchronisés avec le logiciel Observer XT de Noldus ainsi qu'une synbox (Noldus Information Technology, Wageningen, Pays-Bas) [Figure 2].

Pour la performance, le succès a été mesuré via la complétion des tâches ainsi qu'à la qualité des branchements des équipements. De ce fait, le succès était atteint lorsqu'il n'y avait pas ou au maximum une erreur, par exemple un mauvais branchement sur l'équipement électronique. La lecture des instructions pour chaque participant a également été identifiée grâce aux caméras et la motivation, la capacité ainsi que la connaissance pour réaliser une auto-installation ont été mesurées avec un questionnaire.

Pour la motivation, la capacité et la connaissance, nous avons créé une échelle de deux questions sur une échelle de 1 (motivation faible/capacité faible) à 10 (forte motivation/capacité élevée). Enfin pour l'auto-efficacité du participant, une échelle de mesure de 6 items a été utilisée (Mercandante, Prentice-Dunn, Jacobs, W.Rogers, 1982).

Variable	Mesure	Instrument	Références
Engagement cognitif	EEG	Senseurs Brain Products avec un taux d'acquisition de 500 Hz (BrainProducts, Allemagne)	Pope (1995)
Valence	EEG	Senseurs Brain Products avec un taux d'acquisition de 500 Hz (BrainProducts, Allemagne)	Davidson (1992), Lane et al. (1999)
Activation	EDA	Senseurs Biopact avec un taux d'acquisition de 500 Hz (Goleta, États-Unis)	Boucsein et al. (2012) et Roy et al. (2012)

Tableau 8. Mesures implicites

Variable	Mesure	Instrument	Références
Succès	Indicateurs de performance/Réussite des sous-tâches	-	-
Auto-efficacité	Questionnaire de 6 items	Qualtrics	(Mercandante, Prentice-Dunn, Jacobs, W.Rogers, 1982) (Annexe 3)
Capacité	Une question	Qualtrics	1 question développée pour cette étude (Annexe 2)
Motivation	Une question	Qualtrics	1 question développée pour cette étude (Annexe 2)
Connaissance	Une question	Qualtrics	1 question développée pour cette étude (Annexe 2)
Lecture des instructions	Observations vidéo	-	-

Tableau 9. Mesures explicites

3.4 Stratégie d'analyse

La première étape d'analyse a donc été l'utilisation d'une méthode statistique de regroupement selon l'ordre de réalisation des tâches, appelée *curve clustering* (Abraham et al., 2003). Étant donné que les participants pouvaient réaliser les tâches dans l'ordre qu'ils souhaitaient et qu'ils avaient à leur disposition un guide d'instructions, il fallait analyser chaque tâche distinctement afin de comparer l'expérience vécue et perçue des utilisateurs. Par ailleurs, l'utilisation d'une méthode de regroupement basée sur l'ordre permet une meilleure compréhension et interprétation des cartes d'expérience client. Le *curve clustering* a été réalisée grâce au logiciel SAS (SAS Institute Inc, Cary, États-Unis) et en utilisant un algorithme *k-means* évoqué ci-dessous. Afin de trouver la valeur k optimale pour la procédure *k-means*, nous avons employé la méthode du coude (Figure 12, Thorndike, 1953). Cette méthode a pour but de calculer la variation intragroupe totale (WSS) et a permis de choisir un nombre de regroupements égal à 3. En effet, ce nombre est considéré comme optimal en termes de compromis d'homogénéité et de complexité des regroupements. Le graphique ci-dessous montre en effet que d'un côté la variation (WSS) est trop grande lorsque $k=2$. En revanche, la variation diminue très peu lorsque le nombre de regroupements varie de 3 à 4. Pour ces différentes raisons, $k=3$ a été choisi.

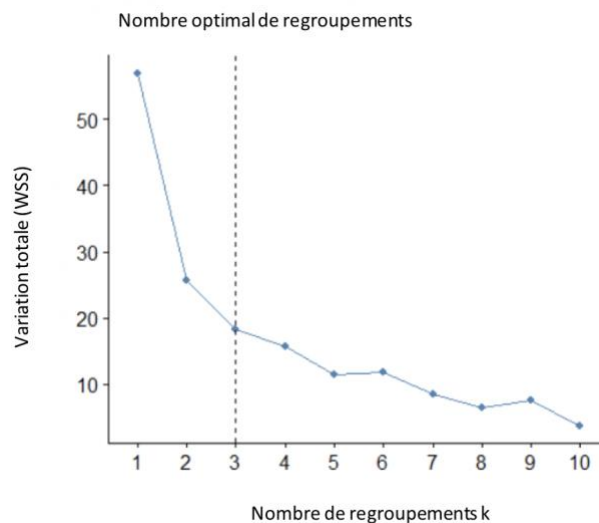


Figure 12. Détermination du nombre optimal de clusters par la méthode du coude ($n=3$) (Thorndike, 1953)

Comme évoqué précédemment, la méthode de *curve clustering* était basée sur la séquence des tâches performée, c'est-à-dire l'ordre dans lequel les utilisateurs réalisaient chaque tâche. Néanmoins, un tel algorithme nécessite que les courbes soient de la même longueur (i.e. nombre d'étapes suivies identiques pour tous les participants). Dans ce cas-ci, les courbes sont alors formées des 14 premières étapes (Figure 13). Compte tenu de notre volonté d'avoir des courbes représentatives des regroupements ainsi que du nombre de participants, plus d'étapes étaient nécessaires. En conséquence, seuls les participants ayant réalisé au moins les 14 premières étapes sont inclus dans le *curve clustering* ; ceux qui ont complété moins de 14 étapes formaient le dernier regroupement (4). Au total, nous avons donc identifié trois regroupements grâce à la méthode du coude et un dernier regroupement a été formé avec les participants ayant réalisé moins de 14 tâches (Tableau 10). La figure 13 présente le parcours de chaque regroupement.

Nombre d'étapes réalisées par les participants			
Moyenne	Min	Max	Écart Type
13,65	5	23	3,68

Tableau 10. Statistiques descriptives du nombre d'étapes réalisées par les participants

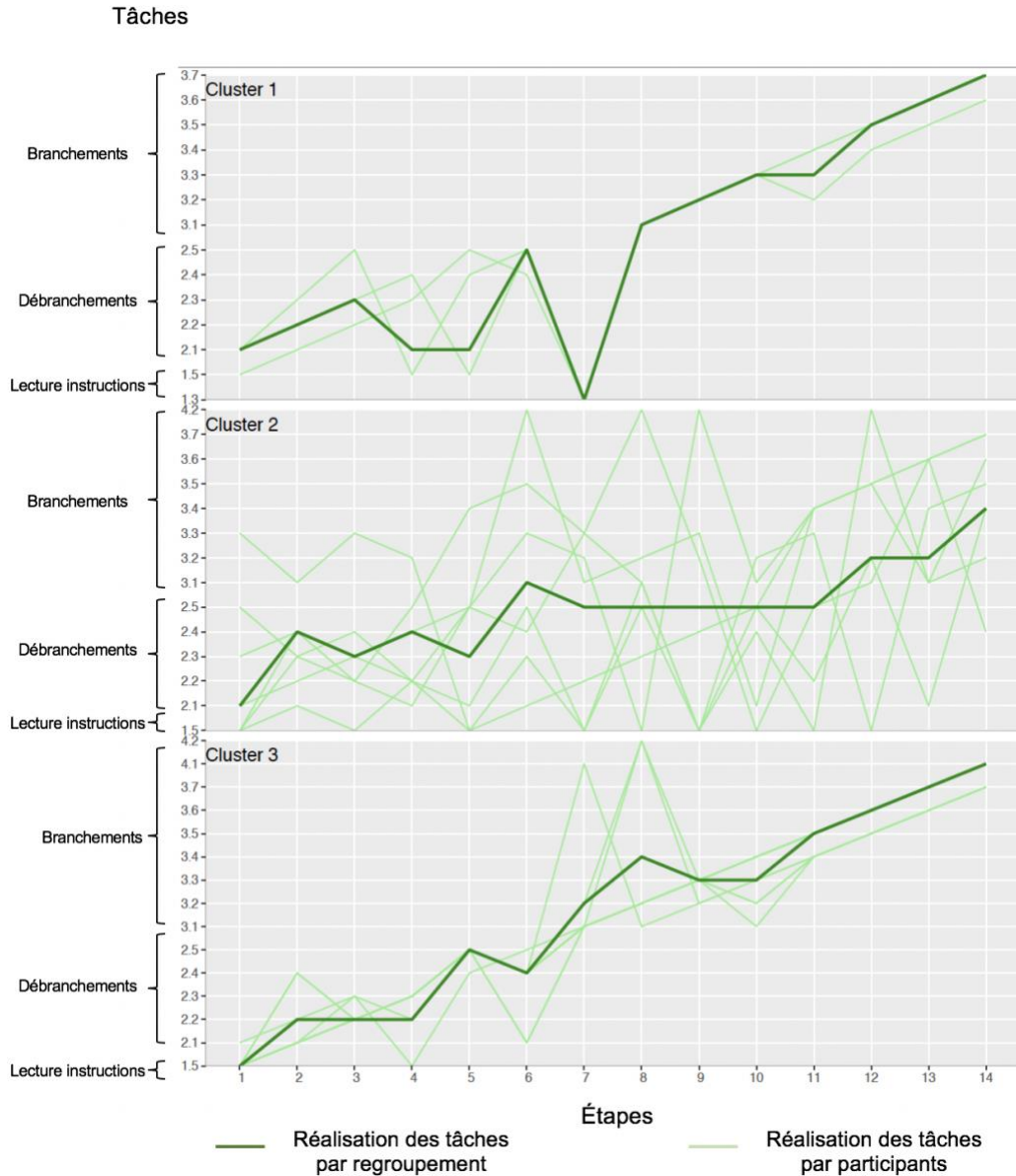


Figure 13. Graphiques présentant les parcours des utilisateurs

Sur cette figure 13, le parcours de chaque utilisateur et regroupement identifié est représenté comme une courbe discrète avec l'étape (axe des abscisses) à laquelle est réalisée la tâche (axe des ordonnées) et permet de mieux comprendre le cheminement des participants de chaque cluster. Les 3 groupes ont pris des cheminements peu similaires. Le premier regroupement montre que deux participants n'ont pas pris le temps de lire les instructions dès le début et sont passés directement aux étapes de débranchement. Un des participants de ce regroupement a notamment pris le temps de lire les instructions ce qui

lui permet d'avoir un parcours un peu plus cohérent. Le deuxième regroupement contient de nombreux participants qui ne commencent pas tous par la même étape. Les parcours sont très diversifiés, mais suivent tout de même une certaine logique notamment au niveau de la lecture des instructions. Même si c'est à une étape différente, tous les participants ont pris le temps de consulter les instructions au moins une fois durant l'expérience. Enfin, la réalisation des tâches du troisième regroupement présente quelques similitudes avec le deuxième regroupement, mais les participants n'ont pas l'air de trop s'attarder sur les instructions et semblent plus se fier à leur instinct. Ces premiers graphiques (Figure 13) permettent d'avoir une première idée du comportement des utilisateurs et nous informent notamment que les participants du troisième regroupement lisent les instructions au début contrairement à ceux des regroupements 1 et 2.

En utilisant une méthode statistique appelée *curve clustering* (Abraham et al., 2003) basée sur l'ordre des tâches réalisées par chaque participant (i.e. les participants n'étaient pas interrompus pendant leur expérimentation), nous avons été capables de regrouper les utilisateurs dans différentes catégories. Par la suite, grâce à la fois aux mesures implicites (engagement cognitif, valence et activation) et explicites (entrevues, observations et questionnaires) de chaque participant, nous avons pu mieux décrire les regroupements et enrichir les parcours des utilisateurs ainsi que les personas.

4. Résultats

4.1 Description des regroupements avec des mesures implicites et explicites

Une fois les quatre regroupements identifiés, le niveau de valence, d'activation et d'engagement cognitif de chaque participant a été déterminé. La figure 14 présente les statistiques descriptives de la valence, l'engagement cognitif ainsi que l'activation.

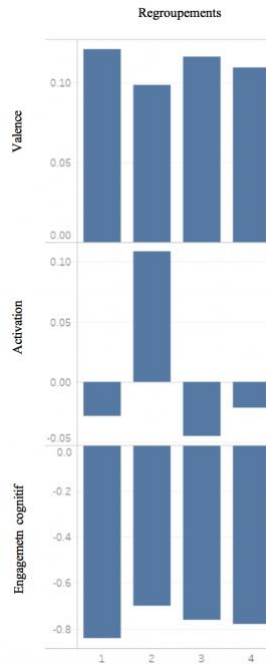


Figure 14. Statistiques descriptives des variables activation, valence et engagement cognitif

Nous pouvons voir que les participants du deuxième regroupement ont un niveau d'activation bien plus élevée que les trois autres ce qui peut montrer qu'ils n'ont pas toujours su rester calmes durant l'expérimentation. Les niveaux de valence et d'engagement cognitif pour les quatre regroupements semblent plus ou moins similaires. Cependant, ce type de visualisation ne permet pas de comprendre exactement les niveaux d'activation, de valence et d'engagement cognitif pour chaque sous-tâche. Nous avons alors enrichi ces mesures implicites, basées sur les données physiologiques, d'une analyse des données qualitatives. Le tableau 11 présente les variables telles que le succès, la connaissance, la lecture des instructions ainsi que le niveau de motivation et de

connaissance. Les variables de succès, de connaissance et de lecture des instructions étaient considérées comme des variables binaires.

		Regroupements			
		1	2	3	4
Succès	Moyenne	1,00	0,00	0,73	0,13
	Écart Type	0,00	0,00	0,40	0,35
Auto-efficacité	Moyenne	1,61	0,17	0,68	0,48
	Écart Type	1,23	0,92	0,75	1,14
Motivation	Moyenne	6,00	7,00	6,70	7,75
	Écart Type	2,00	2,94	1,06	1,91
Capacité	Moyenne	6,33	7,57	8,30	7,25
	Écart Type	2,08	1,51	4,03	2,38
Connaissance	Moyenne	0,33	0,43	0,27	0,37
	Écart Type	0,58	0,53	0,47	0,52
Lecture des instructions	Moyenne	1,00	1,00	1,00	0,25
	Écart Type	0,00	0,00	0,00	0,46

Tableau 11. Statistiques descriptives des variables succès, motivation, capacité, connaissance et lecture des instructions

4.2 Comparaison statistique entre les regroupements

Nous avons utilisé un test de Fisher (Mehta et Patel, 1983) afin de déterminer s’il y avait une différence significative entre les variables. Nous avons comparé deux dimensions (i.e. le succès ainsi que la lecture des instructions) entre les groupes. Ici, la variable succès était divisée en trois variables (Succès, échec partiel et échec). Les résultats indiquent que le succès est significativement différent entre les regroupements ($p < 0,1$) excepté entre le regroupement 1 et 3 ($p\text{-value}=1$, Tableau 12). Ceci confirme bien que certains regroupements ont donc mieux réussi l’auto-installation que d’autres.

	Regroupements	Succès	Échec partiel	Échec
Moyenne	1	100 %	0 %	0 %
	2	0 %	57 %	43 %
	3	73 %	18 %	9 %
	4	12,5 %	0 %	87,5 %
<i>p-values</i>	1v2	0,017		
	1v3	1,000		
	1v4	0,024		
	2v3	0,006		
	2v4	0,044		
	3v4	0,003		

Tableau 12. Moyennes et *p-values* (2-tailed) pour le succès du Fisher Exact Test entre les regroupements

En ce qui concerne la lecture des instructions, cette variable a été divisée en trois variables distinctes (lecture au début de l'expérimentation, lecture durant l'expérimentation ou ne pas avoir lu les expérimentations) et calculé chaque proportion pour chaque regroupement. Les résultats suggèrent que la lecture des instructions varie selon les regroupements ($p < 0,1$) excepté entre le regroupement 1 et 2 ($p\text{-value}=1$, Tableau 13).

		Lecture des instructions			
		Regroupements	Lecture au début	Lecture durant l'expérience	Ne pas avoir lu les instructions
Moyenne	1		33 %	67 %	0 %
	2		43 %	57 %	0 %
	3		91 %	9 %	0 %
	4		25 %	0 %	75 %
<i>Valeurs-p</i>	1v2		1,000		
	1v3		0,093		
	1v4		0,024		
	2v3		0,047		
	2v4		0,004		
	3v4		0,001		

Tableau 13. Moyennes et p-values (2-tailed) pour la lecture des instructions du Fisher Exact Test entre les regroupements

4.3 Description des cartes d'expérience client et des personas

Une fois les regroupements bien identifiés et les tests statistiques réalisés, nous pouvons être en mesure de construire des cartes d'expérience client et d'identifier les différents personas de manière plus visuelle. Sur les représentations suivantes, les valeurs des variables ci-dessus sont représentées de manière plus visuelle sur les figures 15, 16, 17 et 18. Ici, les cercles de couleurs sur les cartes suivants illustrent l'engagement cognitif de l'utilisateur. La taille des cercles représente, du plus petit, un effort minimum au plus grand, un effort maximum. Deuxièmement, la valence de l'utilisateur était illustrée par l'intensité des couleurs. Plus la couleur est rouge, plus l'émotion est négative et inversement. Finalement, l'échelle sur l'axe des ordonnées représente l'activation de l'utilisateur du plus bas au plus haut. L'axe des abscisses représente quant à elle le numéro de la tâche réalisée par ce regroupement.



Figure 15. Le débrouillard

Le premier persona nommé « Le débrouillard » inclut 3 participants (100 % de succès). Ces participants commencent principalement à désinstaller les anciens appareils et ne consultent pas les instructions au début. Néanmoins, lorsque ces participants se retrouvent bloqués dans l'installation, ils décident alors de consulter les instructions. Ici, nous observons que l'activation assez faible au début croît au fil de l'expérience.

Concernant ses émotions, il y a une certaine stabilité au niveau de l'engagement cognitif ainsi que de la valence. Néanmoins, l'engagement cognitif est plus important à la dernière étape (retour de l'équipement désinstallé).



Figure 16. Le désesparé

Le deuxième persona nommé « Le désesparé » inclut 7 participants (57 % de succès). Les désesparés commencent par lire les instructions, mais ne comprennent pas toujours toutes les étapes à suivre. Les émotions sont principalement négatives au cours des premières étapes de la désinstallation. Néanmoins, les instructions aident le participant à retrouver des émotions positives lors de l'installation. Les émotions négatives sont plus présentes dans les premières étapes, mais deviennent plus positives par la suite. Dépendamment des étapes auxquelles les participants sont confrontés, il y a beaucoup de variations dans les niveaux d'engagement, d'émotions ainsi que d'activation.

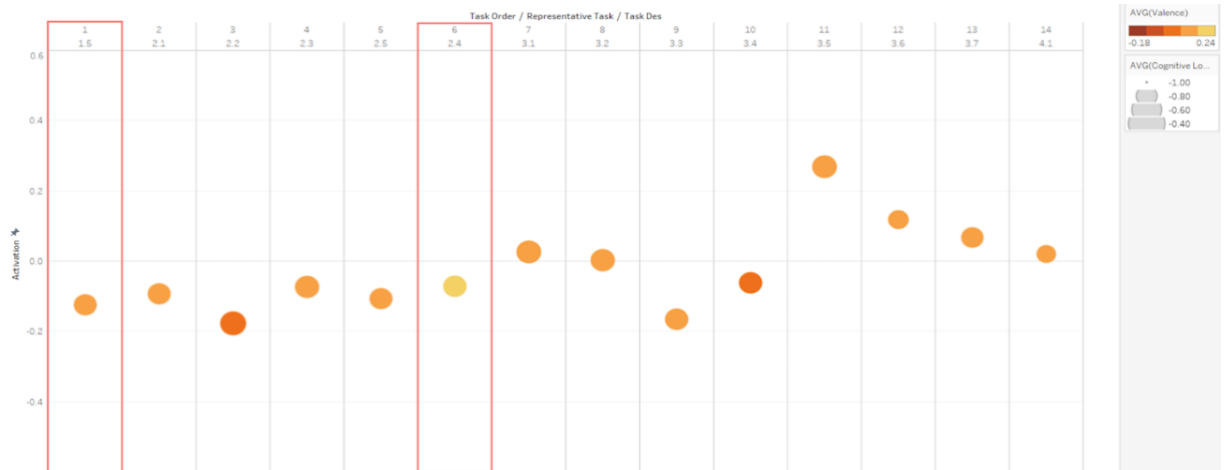


Figure 17. *Le méthodique*

Le troisième persona, « Le méthodique », inclut 11 participants (91 % de succès). Les méthodiques ont principalement suivi les étapes dans l'ordre proposé. Malgré un niveau de motivation assez faible, il paraît serein durant la majorité de l'expérience. A noter que ses niveaux d'engagement, d'activation et d'émotions sont relativement stables. Ici, le niveau d'activation varie très peu tout comme l'engagement cognitif et la valence. Ceci semble donc traduire une certaine sérénité tout au long de l'expérience malgré une activation un peu plus élevée sur les dernières étapes de l'expérimentation.

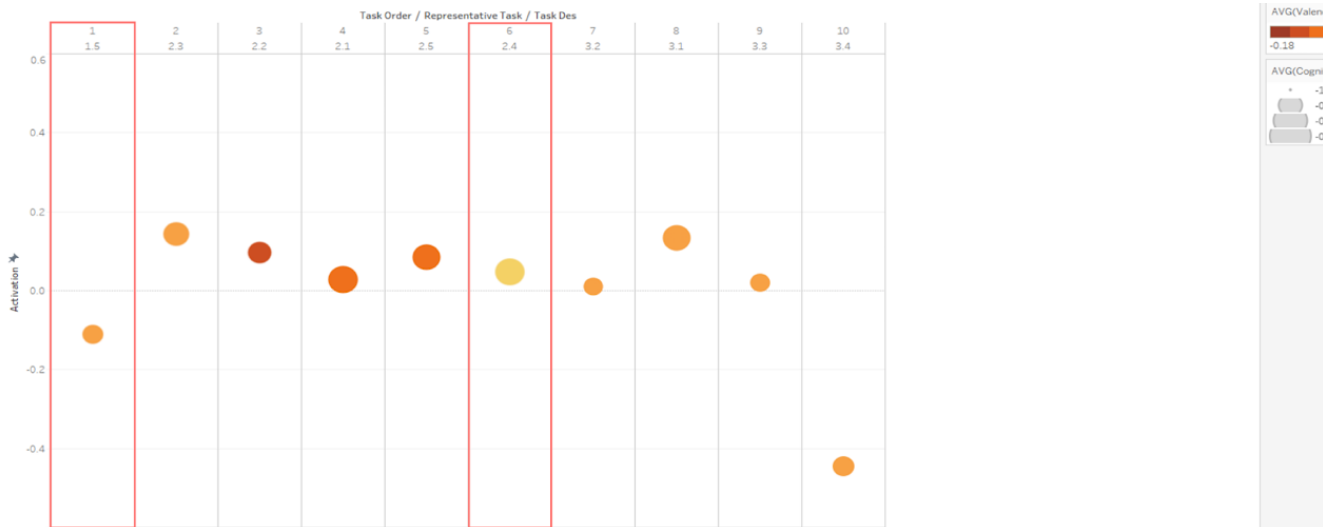


Figure 18. *Le « trop confiant »*

Enfin, le dernier persona, le « Trop confiant » inclut 8 participants (12,5 % de succès). Sans lire les instructions, les 8 participants semblent assez confiants pour réaliser l'auto-installation par eux-mêmes. Avec une motivation assez élevée, ils ne suivent pas toujours dans l'ordre indiqué et ne s'aident majoritairement pas des instructions au fil de l'expérience. Leur niveau d'activation est également assez peu élevé. Leurs états émotionnels et affectifs varient beaucoup selon l'étape à laquelle ils sont confrontés.

Au premier regard, il est possible de noter que chaque persona représente un parcours non linéaire et différent selon les utilisateurs. De plus, chaque persona vit la tâche à un moment différent de l'expérience.

Nous avons alors choisi deux tâches en particulier pour expliquer plus précisément les quatre personas, à savoir la tâche 1.5 (*Lecture des instructions*) et 2.4 (*Débranchement d'un câble d'alimentation*), mises en valeur par un rectangle rouge sur les figures ci-dessus.

Par exemple pour la tâche 1.5., bien que le niveau d'effort cognitif, de valence émotionnelle et d'activation diffère largement, le débrouillard, le méthodique et le « trop confiant » ont sensiblement vécu un effort cognitif moyen, une émotion neutre et un niveau d'activation assez faible. Cependant, l'engagement cognitif et l'activation étaient bien plus élevés pour le regroupement 2 ce qui a influencé négativement son émotion lors de l'exécution de cette tâche. Pour la tâche 2.4., le niveau d'activation et l'engagement cognitif des 4 personas sont relativement stables. Néanmoins, pour le regroupement 2, cette tâche influence négativement son émotion et il peut alors avoir plus de difficultés dans la réalisation de cette tâche.

Cette analyse a alors permis de mieux comprendre les états émotionnels des participants durant chaque tâche et ainsi être en mesure de raconter une véritable histoire pour chaque persona identifié (Figure 19). Le verbatim récolté des utilisateurs a aidé à mieux expliquer les différents points de friction et d'identifier quelques points d'opportunités pour améliorer le développement du produit.

Grâce aux informations obtenues à travers les entretiens, les personas sont encore plus riches et détaillées ce qui permet de comprendre les caractéristiques de chaque type d'utilisateur comme le démontre la figure 19.

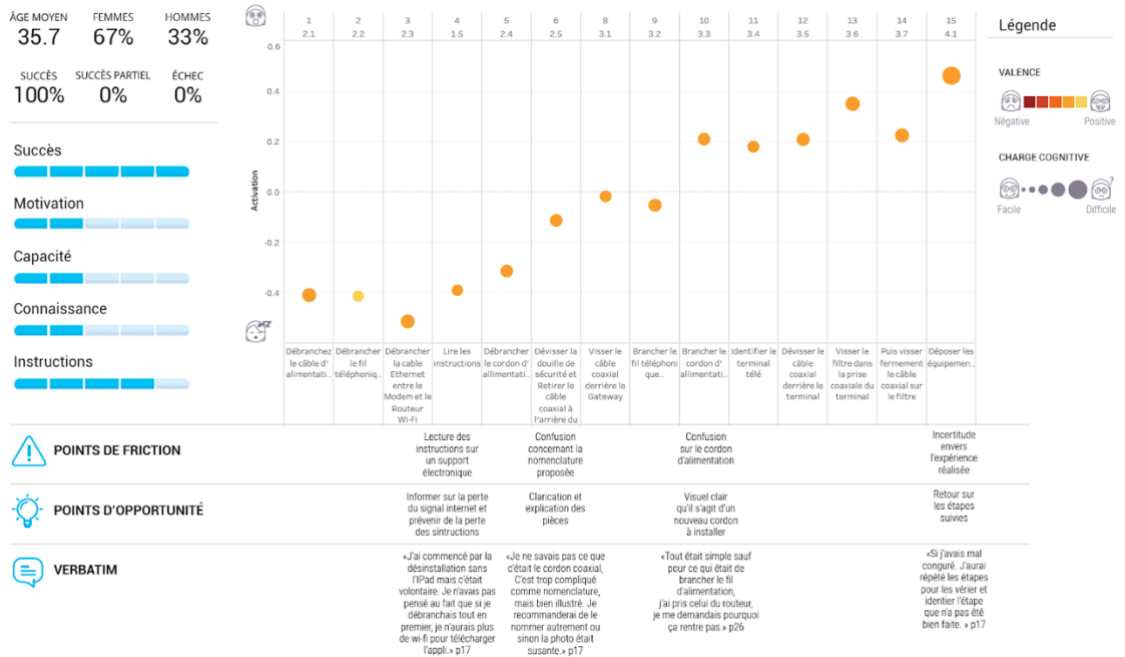


Figure 19. Exemple de visualisation pour un persona (« Le débrouillard ») avec le parcours utilisateur

Sur ce type de représentation, nous pouvons voir que toute l'information du persona est identifiée de manière visuelle. Les points de friction, les points d'opportunité ainsi que le verbatim pour chaque tâche viennent enrichir les informations concernant le niveau d'engagement, la valence ainsi que le niveau d'activation. Par ailleurs, afin de faciliter la compréhension des différentes variables qualitatives, nous avons reporté toutes les valeurs sur une échelle de 1 à 5 en utilisant les proportions des variables pour chaque regroupement. Sans les mesures implicites (état émotionnel et cognitif) des participants, il serait compliqué de mettre en évidence les points de friction et d'opportunités pour chaque tâche. Pour les deux tâches évoquées précédemment (i.e. 1,5 et 2,4), les données qualitatives complètent la première analyse faite précédemment et permettent de mettre en relation à la fois l'expérience perçue et vécue des participants.

En d'autres termes, l'histoire racontée par ses utilisateurs et captée à travers l'observation et les entrevues a permis de mieux humaniser les personas construits.

Avec ces personas et cartes d'expérience client, il est possible de modéliser chaque parcours grâce à toutes les données et fournir une nouvelle façon de communiquer toutes ces données collectées aux organisations.

5. Discussion

L'objectif de cette étude de cas était donc de proposer une toute nouvelle approche pour construire des personas ainsi que des cartes d'expérience client. Nous avons dès lors suivi quatre étapes : premièrement, regrouper les participants selon l'ordre des étapes réalisés durant l'expérience. Deuxièmement, utiliser à la fois les mesures explicites et implicites des utilisateurs afin de modéliser les cartes d'expérience client pour chaque regroupement identifié. Par la suite, identifier des personas selon le parcours utilisateur et l'expérience vécue et perçue pour chaque tâche lors de l'expérience. Enfin, comparer statistiquement les regroupements afin de voir les éventuelles différences significatives.

D'un point de vue théorique, cette proposition et test d'une approche multi méthode permet de pallier aux limites mentionnées par Matthews, Judge, & Whittaker (2012) sur la pertinence de l'utilisation des personas (impersonnel, abstrait et trompeur). En effet, grâce à cette approche, les designers sont maintenant en mesure de comprendre plus précisément les besoins de leurs utilisateurs et peuvent s'appuyer sur cette nouvelle méthodologie documentée afin de mieux communiquer les bonnes informations aux différentes équipes, ce qui était un des principaux enjeux lors de l'étude menée par Blomquist et Arvola (2002). Par ailleurs, les concepteurs ne se basent plus sur leurs idées préconçues et leur propre jugement, mais bel et bien sur la véritable expérience vécue des utilisateurs (Faily & Flechais, 2011). En ajoutant, les mesures implicites (i.e. activation, valence et engagement cognitif), nous avons été capables de confirmer les regroupements et les représenter de la manière la plus précise et juste possible.

De plus, cette approche cherche à combler l'écart entre l'expérience utilisateur et le design d'interface modélisé par Wolff & Seffah (2011). Le processus de construction des personas et des cartes d'expérience client est documenté et permet une interprétation de l'information beaucoup plus évidente afin que les concepteurs et chercheurs UX aient toutes les informations à leur disposition lors de la création de produits ou services.

D'un point de vue pratique, ce nouvel outil d'analyse et de visualisation pour les designers UX leur permet d'avoir toute l'information présente sur un seul support. En effet, contrairement aux études ayant déjà introduit des mesures implicites dans la création des personas et cartes d'expérience client (Georges et al. 2018; Lim, Niforatos, Alves & al., 2014), cette nouvelle visualisation permet de modéliser à la fois le parcours client avec ses états cognitifs et émotionnels ainsi que les caractéristiques de l'utilisateur et la création d'un portrait précis sur une même visualisation.

L'identification des points de friction et d'opportunités grâce aux données qualitatives recueillies pour chaque persona permet également de communiquer de l'information simple à d'autres équipes de développement afin d'avoir encore des produits et services adaptés aux utilisateurs. Enfin, cette étude enrichie le champ des possibilités lors de l'utilisation des mesures explicites et implicites afin d'avoir de meilleurs résultats.

Il est cependant important d'évoquer les quelques limites à cette étude. Lors de l'utilisation d'un casque EEG, certaines données ne sont pas exploitables suite à la présence d'artefacts (i.e. signaux d'origine non cérébrale). Malgré notre volonté de représenter un environnement se rapprochant le plus de la réalité du participant, il peut y avoir un biais concernant certains repères du participant ainsi que l'identification de certains éléments du matériel.

Également, avec seulement 29 sujets, certains regroupements n'avaient pas toujours un nombre représentatif de participants comme « le débrouillard », qui incluait seulement 3 participants. Il conviendrait donc de poursuivre cette étude avec plus de participants afin de valider de manière encore plus précise cette approche. Par ailleurs, cette nouvelle façon de créer des personas n'est pas accessible à tous les professionnels et entreprises, compte tenu la précision des outils utilisés.

C'est une méthode encore assez coûteuse, mais qui propose les résultats les plus cohérents et précis concernant la segmentation des utilisateurs.

Comme cette étude a été conduite dans un contexte spécifique et dans un environnement non linéaire, il serait intéressant de tester cette nouvelle approche dans différents domaines, tels que l'interaction avec un site de commerce électronique. Comme l'ont suggéré Zhang et al. (2016), le *curve clustering* peut être utilisé pour créer des personas dans un contexte d'interaction avec un site de commerce électronique.

Avec ces outils neurophysiologiques, tels que l'EEG, l'EDA et des données qualitatives, les travaux futurs pourraient continuer à démocratiser ce type de représentation. Néanmoins, dans un contexte spécifique de commerce électronique, il serait intéressant de considérer d'autres signaux physiologiques tels que le suivi oculaire mobile pour mieux comprendre l'attention visuelle réelle. Cet outil a été utilisé par Lim et al. (2014) en explorant l'utilisation de l'électroencéphalographie (EEG) et le suivi du regard pour comprendre l'expérience client dans la conception de services.

6. Conclusion

Pour conclure, l'enrichissement des cartes d'expérience client et des personas propose une meilleure représentation de l'expérience vécue et perçue des participants.

Contrairement à l'approche utilisée par Lim et al. (2014), une méthode statistique a été employée pour la création des regroupements et modélisé les cartes d'expériences client grâce à la fois aux mesures implicites et explicites afin de véritablement retracer le parcours utilisateur dans un contexte d'installation de matériel électronique. Être capable de modéliser de manière très visuelle les réactions inconscientes ou automatiques des utilisateurs ainsi que les points de friction et d'opportunités lors des différentes tâches peut grandement améliorer la communication et la prise de décision au sein des différentes équipes de conception et de marketing. Cette nouvelle approche multi-méthode de conception de l'expérience utilisateur se veut un outil pertinent pour les organisations, les concepteurs ainsi que les équipes de direction afin de proposer la meilleure expérience possible à leurs clients lors de leur interaction avec leurs produits.

7. Références

- Abraham, C., Cornillon, P. A., Matzner Løber, E., & Molinari, N. (2003). Unsupervised Curve Clustering using B Splines. *Scandinavian Journal of Statistics*, 30(3), 581–595. <https://doi.org/10.1111/1467-9469.00350>
- Alves, R., Lim, V., & Niforatos, E. (2012). Augmenting Customer Journey Maps with quantitative empirical data: a case on EEG and eye tracking. *ArXiv Preprint ArXiv*: Retrieved from <http://arxiv.org/abs/1209.3155>
- Anderl, E., Becker, I., von Wangenheim, F., & Schumann, J. H. (2016). Mapping the customer journey: Lessons learned from graph-based online attribution modeling. *International Journal of Research in Marketing*, 33(3), 457–474. <https://doi.org/10.1016/j.ijresmar.2016.03.001>
- Anderson, E. W., Potter, K. C., Matzen, L. E., Shepherd, J. F., Preston, G. A., & Silva, C. T. (2011). A user study of visualization effectiveness using EEG and cognitive load. *Computer Graphics Forum*, 30(3), 791–800. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8659.2011.01928.x>
- Blomquist, Å., & Arvola, M. (2002). Personas in Action : Ethnography in an Interaction Design Team. *Proceeding NordiCHI '02 Proceedings of the Second Nordic Conference on Human-Computer Interaction*, 197–200. <https://doi.org/10.1145/572020.572044>
- Boucsein, W. (2012). *Electrodermal Activity: Springer Science & Business Media*.
- Brown, L., Grundlehner, B., & Penders, J. (2011). Towards wireless emotional valence detection from EEG. *Proceedings of the Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, EMBS*, 2188–2191. <https://doi.org/10.1109/IEMBS.2011.6090412>

- Cabrero, D. G., Stanley, C., & Abdelnour—, J. (2016). A UX and Usability expression of Pastoral OvaHimba : Personas in the Making and Doing. *ACM ICPS Proceedings of CHIuXiD 2016 A*, 89–92.
- Canfield, D. de S., & Basso, K. (2017). Integrating Satisfaction and Cultural Background in the Customer Journey: A Method Development and Test. *Journal of International Consumer Marketing*, 29(2), 104–117.
<https://doi.org/10.1080/08961530.2016.1261647>
- Chanel, G., Ansari-Asl, K., & Pun, T. (2007). Valence-arousal evaluation using physiological signals in an emotion recall paradigm. *Conference Proceedings—IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics*, 41(22), 2662–2667. <https://doi.org/10.1109/ICSMC.2007.4413638>
- Critchley, H. D. (2002). Electrodermal responses: What happens in the brain. *Neuroscientist*, 8(2), 132–142. <https://doi.org/10.1177/107385840200800209>
- Cyrus R., M., & Nitin R., P. (1983). A Network Algorithm for Performing Fisher's Exact Test in r xc Contingency Tables. *Journal of the American Statistical Association*, 78(382), 427–434. <https://doi.org/10.1145/168173.168412>
- Davidson, R. J. (1992). Emotion and Affective Style: Hemispheric Substrates. *Psychological Science*, 3(1), 39–43. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9280.1992.tb00254.x>
- Ekman, P. (193AD). Facial expression and emotion. *American Psychologist*, 48(4), 384–392. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.48.4.384>
- Faily, S., & Flechais, I. (2011). Persona Cases: A Technique for Grounding Personas. *CHI '11 Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems Pages 2267–2270*, 2267–2270. <https://doi.org/10.1145/1978942.1979274>

- Floyd, I. R., Cameron Jones, M., & Twidale, M. B. (2008). Resolving Incommensurable Debates: a Preliminary Identification of Persona Kinds, Attributes, and Characteristics. *Artifact*, 2(1), 12–26. <https://doi.org/10.1080/17493460802276836>
- Forbrig, P., Bernhaupt, R., & Winckler, M. (2011). 5th WORKSHOP ON SOFTWARE AND USABILITY ENGINEERING CROSS-POLLINATION: Patterns, Usability and User Experience (PUX 2011). *Engineering*, (Pux).
- Fredette, M., & Georges, V. (2018). Developing Personas Based on Physiological Measures. *CHI 2018*.
- Groepel-Klein, A. (2005). Arousal and consumer in-store behavior. *Brain Research Bulletin*, 67(5), 428–437. <https://doi.org/10.1016/j.brainresbull.2005.06.012>
- Gudjonsdottir, R., & Lindquist, S. (2008). Personas and scenarios: Design tool or a communication device? *8th International Conference on the Design of Cooperative Systems*, 165–176.
- Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., Anderson, R. E., & Tatham, R. L. (2006). *Multivariate Data Analysis. Pearson Prentice Hall*, 6.
- Halvorsrud, R., Kvale, K., & Følstad, A. (2016). Improving service quality through customer journey analysis. *Journal of Service Theory and Practice*, 26(6), 840–867. <https://doi.org/10.1108/JSTP-05-2015-0111>
- Howard, N., & Harris, B. (1966). A Hierarchical Grouping Routine. *University of Pennsylvania Computer Center*.
- Hui Zheng, D., Ji-kun Yan, H., Ye Jin, J., & Dong-mei Yang, Y. (2012). Persona analysis with text topic modelling. *International Conference on Automatic Control and Artificial Intelligence (ACAI 2012)*, (666), 1559–1563. <https://doi.org/10.1049/cp.2012.1280>

- Lang, P. J., Greenwald, M. K., Bradley, M. M., & Hamm, A. O. (1993). Looking at pictures-affetctive, facial, visceral and behavioral reactions. *Psychophysiology*, 30(3), 261–273. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8986.1993.tb03352.x>
- Matthews, T., Judge, T., & Whittaker, S. (2012). How do designers and user experience professionals actually perceive and use personas? *Proceedings of the 2012 ACM Annual Conference on Human Factors in Computing Systems—CHI '12*, 1219. <https://doi.org/10.1145/2207676.2208573>
- McGinn, J. (Jen), & Kotamraju, N. (2008). Data-driven persona development. *Proceeding of the Twenty-Sixth Annual CHI Conference on Human Factors in Computing Systems - CHI '08*, 1521. <https://doi.org/10.1145/1357054.1357292>
- Miaskiewicz, T., & Kozar, K. A. (2011). Personas and user-centered design: How can personas benefit product design processes? *Design Studies*, 32(5), 417–430. <https://doi.org/10.1016/j.destud.2011.03.003>
- Miaskiewicz, T., Sumner, T., & Kozar, K. A. (2008). A latent semantic analysis methodology for the identification and creation of personas. *Proceeding of the Twenty-Sixth Annual CHI Conference on Human Factors in Computing Systems - CHI '08*, 1501. <https://doi.org/10.1145/1357054.1357290>
- Nielsen, L. (2017). Who are your users ? Comparing media professionals ' preconception of users to data-driven personas, 602–606.
- Obrist, M., Roto, V., & Mattila, K. V. V. (2009). User experience evaluation: do you know which method to use? *Proceedings of the 27th International Conference Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems SE - CHI '09*, 2763–2766. <https://doi.org/doi: 10.1145/1520340.1520401>
- Park, W. N., Kwon, G. H., Kim, D. H., Kim, Y. H., Kim, S. P., & Kim, L. (2015). Assessment of cognitive engagement in stroke patients from single-trial EEG during motor rehabilitation. *IEEE Transactions on Neural Systems and*

Rehabilitation Engineering, 23(3), 351–362.
<https://doi.org/10.1109/TNSRE.2014.2356472>

Parker, S., & Heapy, J. (2006). *Engagement and co-production will grow only out of a deeper , richer understanding of how services relate in practice to people ' s everyday lives. Demos*. Retrieved from <http://www.amazon.co.uk/Journey-Interface-Public-Service-Connect/dp/184180164X/>

Ping, H. Y., Abdullah, L. N., Halin, A. A., & Sulaiman, P. S. (2013). A Study of Physiological Signals-based Emotion Recognition Systems. *International Journal of Computer and Technology*, 11(1), 2189–2196.
<https://doi.org/10.24297/ijct.v11i1.1190>

Pope, A. T., Bogart, E. H., & Bartolome, D. S. (1995). Biocybernetic system evaluates indices of operator engagement in automated task. *Biological Psychology*, 40(1–2), 187–195. [https://doi.org/10.1016/0301-0511\(95\)05116-3](https://doi.org/10.1016/0301-0511(95)05116-3)

Pruitt, J., & Grudin, J. (2003). Personas : Practice and Theory. *ACM Transactions on Computer-Human Interaction*. <https://doi.org/10.1145/997078.997089>

Punj, G., & Stewart, D. (1983). Cluster Analysis in Marketing Research: Review and Suggestions for Application. *American Marketing Association*, 20(2), 134–148. Retrieved from <http://users.cba.siu.edu/nasco/ba575/documents/clusteranalysis.pdf>

Rahimi, M., & Cleland-Huang, J. (2014). Personas in the middle: Automated support for creating personas as focal points in feature gathering forums. *ASE 2014— Proceedings of the 29th ACM/IEEE International Conference on Automated Software Engineering*, 479–484. <https://doi.org/10.1145/2642937.2642958>

Riedl, R., & Léger, P.-M. (2015). *Fundamentals of NeuroIS: Information Systems and the Brain*. *Fundamentals of NeuroIS*. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-45091-8>

Rönkkö, K. (2005). An Empirical Study Demonstrating How Different Design Constraints, Project Organization and Contexts Limited the Utility of Personas.

38th Annual Hawaii International Conference on System Sciences, 00(C), 220a—
220a. <https://doi.org/10.1109/HICSS.2005.85>

Rosenbaum, M. S., Otolara, M. L., & Ramirez, G. C. (2017). How to create a realistic customer journey map. *Business Horizons*, 60(1), 143–150.
<https://doi.org/10.1016/j.bushor.2016.09.010>

Shih, B.-Y., Chen, C.-Y., & Chen, Z.-S. (2006). An Empirical Study of an Internet Marketing Strategy for Search Engine Optimization. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing*, 16(1), 61–81. <https://doi.org/10.1002/hfm>

Temkin, B. D. (2010). Mapping the customer journey. For Customer Experience Professionals. *Forrester*, 20.

Teplan, M. (2002). Fundamentals of EEG measurement. *Measurement Science Review*, 2(2), 1–11. <https://doi.org/10.1021/pr0703501>

Thorndike, R. L. (1953). Who belongs in the family? *Psychometrika*, (4), 267–276.

Watanabe, Y., Washizaki, H., Honda, K., Noyori, Y., Fukazawa, Y., Morizuki, A., ... Yagi, T. (2017). ID3P: Iterative data-driven development of persona based on quantitative evaluation and revision. *Proceedings - 2017 IEEE/ACM 10th International Workshop on Cooperative and Human Aspects of Software Engineering, CHASE 2017*, 49–55. <https://doi.org/10.1109/CHASE.2017.9>

Zhang, X., Brown, H.-F., & Shankar, A. (2016). Data-driven Personas: Constructing Archetypal Users with Clickstreams and User Telemetry. *Proceedings of the 2016 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems—CHI '16*, 5350–5359. <https://doi.org/10.1145/2858036.2858523>

IV. Conclusion

1. Sommaire

L'objectif de ce mémoire est de mieux comprendre quels facteurs influencent l'auto-installation d'une technologie et de proposer une nouvelle méthode de représentation de l'expérience utilisateur.

Grâce à cette étude, nous avons été en mesure de montrer que l'activation des utilisateurs impactait négativement le taux de succès de l'installation, que la lecture des instructions améliorerait le chemin pour parvenir au succès et qu'il y avait une relation entre le niveau d'activation et la probabilité de lire les instructions.

Cette étude a permis d'élaborer une toute nouvelle méthodologie de représentation des personas et des cartes d'expérience client, grâce à l'utilisation des mesures implicites et explicites ainsi qu'une méthode statistique de regroupement des utilisateurs par catégorie, basée sur l'ordre des tâches réalisées.

Cette expérience réalisée avec 29 participants dans un contexte très authentique a permis de récolter des données grâce à l'utilisation de plusieurs caméras, un casque électroencéphalographique ainsi que des senseurs placés sur la paume de la main pour mesurer l'activité électrodermale de chaque participant. L'utilisation de questionnaires en début et fin d'expérience a permis de mieux interpréter les réponses aux différentes interrogations de recherche.

À travers deux articles scientifiques, nous avons apporté des réponses concrètes à nos questions afin d'aider les organisations et les concepteurs de produits à mieux percevoir les facteurs influençant le succès d'une désinstallation et auto-installation. De plus, une nouvelle manière de modéliser l'expérience utilisateur a été développée en s'appuyant sur l'utilisation de mesures implicites et explicites.

2. Rappel des questions de recherche et hypothèses

L'étude cherchait à répondre à deux questions :

Q1 : Dans quelle mesure les caractéristiques des utilisateurs influencent-elles sa capacité à réussir l'auto-installation d'une technologie de l'information ?

Q2 : Comment représenter l'expérience vécue et perçue de l'utilisateur lors de l'auto-installation d'une technologie de l'information ?

D'un point de vue plus spécifique, cette étude a notamment permis de répondre à la première question grâce à l'élaboration des hypothèses suivantes :

H1 : La motivation de l'utilisateur a un impact positif sur le succès d'une installation.

H2 : La perception d'efficacité d'un utilisateur a un impact positif sur le succès d'une installation.

H3 : L'activation d'un utilisateur a un impact négatif sur le succès de l'installation.

H4 : L'engagement cognitif de l'utilisateur a un impact positif sur le succès de l'installation.

H5 : Une valence émotionnelle positive a un impact positif sur le succès de l'installation.

H6 : La lecture des instructions a un impact positif sur le succès de l'installation.

3. Résultats principaux

H1 : La motivation de l'utilisateur a un impact positif sur le succès d'une installation. (Non supportée)

Le niveau de motivation a été mesuré pour chaque participant par l'intermédiaire d'un questionnaire d'une question juste avant le début de l'expérimentation (Annexe 2). Le fait d'avoir un niveau élevé ou faible de motivation n'impacte pas significativement le taux de succès de l'auto-installation.

H2 : La perception d'auto-efficacité d'un utilisateur a un impact positif sur le succès d'une installation. (Non supportée)

Le niveau d'auto-efficacité a également été mesuré grâce à un questionnaire de 6 questions (Annexe 3) avant le début de l'expérimentation. Le fait d'avoir une perception d'efficacité élevée ou faible n'a pas eu d'influence significative sur la réussite de l'auto-installation.

H3 : L'activation d'un utilisateur a un impact négatif sur le succès de l'installation. (Supportée)

L'activation physiologique (EDA) de l'utilisateur a eu un impact significatif sur le taux de succès de l'auto-installation. En effet, des participants avec un niveau élevé d'activation étaient moins enclins à parvenir à la réussite de l'auto-installation. Cette hypothèse est donc supportée.

H4 : L'engagement cognitif de l'utilisateur a un impact positif sur le succès de l'installation. (Non supportée)

L'engagement cognitif de l'utilisateur a été mesuré par l'intermédiaire de l'utilisation d'un casque électroencéphalographique. Grâce à cette donnée, il a été possible d'analyser si un engagement cognitif élevé ou faible avait une influence sur le succès. Il ne semble pas avoir un impact significatif, quel que soit le niveau de l'engagement cognitif. Cette hypothèse n'est donc pas supportée.

H5 : Une valence émotionnelle positive a un impact positif sur le succès de l'installation. (Non supportée)

Définie comme l'intensité de l'émotion, la valence du participant n'a pas eu d'impact significatif sur le succès de l'auto-installation. Tout comme l'engagement cognitif, cette hypothèse n'est donc pas supportée.

H6 : La lecture des instructions a un impact positif sur le succès de l'installation. (Supportée)

Pour terminer, le participant n'avait pas pour obligation de lire et d'utiliser les instructions présentes sur la tablette lors de l'expérimentation. De ce fait, il était intéressant de savoir si la lecture avait un impact sur le taux de réussite. D'un point de vue statistique, la lecture des instructions a eu une influence positive sur la réussite de l'auto-installation. Cette hypothèse-là est donc supportée.

Pour conclure sur les principaux résultats, il semble qu'il y ait seulement deux facteurs qui ont un impact significatif sur le taux de succès lors de l'auto-installation : le niveau d'activation ainsi que la lecture des instructions.

Pour la deuxième question de recherche, les résultats ont montré qu'il était possible de modéliser à la fois des personas ainsi que des cartes d'expérience client sur une même visualisation. Grâce à la mobilisation de mesures explicites et implicites, notre nouvel outil de visualisation de l'expérience utilisateur permet aux gestionnaires de mieux analyser les états cognitifs et émotionnels ainsi que les comportements, les points de friction rencontrés et les points d'opportunités. Plus précisément, par l'intermédiaire d'une méthode statistique employée pour parvenir à la création de regroupements, il a été possible de retracer le parcours utilisateur et comprendre les comportements grâce à l'ajout de toutes les données qualitatives et quantitatives.

4. Contributions de l'étude

À travers ces deux articles scientifiques, nous avons pu apporter de nouvelles contributions au niveau de la littérature. Dans un premier temps, la relation entre performance et activation étudiée par de nombreux auteurs (Courts 1942; Duffy 1957; Malmo 1957) et notamment la théorie du U inversé qui montrait que jusqu'à un certain point, une augmentation de l'activation de l'utilisateur avait un impact positif sur sa performance.

Plus spécifiquement, une fois passé le point d'inflexion de la courbe, l'augmentation de l'activation a alors un impact négatif sur la performance. Grâce à notre étude, nous avons été en mesure de confirmer l'hypothèse que l'activation jouait un rôle majeur dans la réussite d'une auto-installation de matériel électronique.

De plus, parallèlement à l'étude menée par Benbasat et Todd (1996) sur la relation positive entre la lecture des instructions et la performance, notre étude confirme qu'il y a eu une relation significative entre les participants ayant décidé de lire les instructions et la réussite de l'auto-installation. Il est donc particulièrement important pour les chercheurs et professionnels en UX de mettre l'accent sur le design des instructions puisque de nombreuses recherches ont suggéré que les utilisateurs n'avaient pas pour habitude de lire les instructions (Ceapuru et al. 2004; Novick et Ward 2006).

De par les résultats, il est important de voir que tous les facteurs étudiés ici n'ont pas toujours un impact sur le succès de l'installation d'un produit. Il a donc été nécessaire d'étudier en profondeur chaque tâche réalisée lors de cette auto-installation.

Cette étude contribue également à l'utilisation de mesures psychophysiologiques afin de mieux comprendre les états automatiques et inconscients des différents utilisateurs (Ortiz de Guinea et al. 2014) et ainsi de mieux évaluer la recherche en expérience utilisateur. Cela a notamment été le cas lors de la modélisation et création des cartes de parcours clients ainsi que des personas.

Comparativement à l'approche utilisée par Alves et al. (2014), où ils proposaient d'employer des outils tels que l'EEG ainsi que l'oculométrie afin de mieux comprendre les états cognitifs et affectifs de leurs utilisateurs et améliorer les cartes de parcours clients, nous avons proposé une toute nouvelle approche basée sur une méthode statistique de regroupement et les outils utilisés tels que l'EEG et l'EDA afin de mieux représenter l'expérience vécue et perçue pour chaque tâche lors de notre étude. Cette première approche avec plusieurs types de données appelle à d'autres études afin de mieux enrichir la littérature sur ce sujet. Enfin, contrairement aux différentes représentations de l'expérience client existante (Lemon & Verhoef, 2016; Tincher, 2013; Anderl & al., 2016), c'est une façon novatrice de modéliser l'expérience et présenter différents types de données afin de mieux tirer profit de la richesse de l'information.

D'un point de vue pratique, cette étude parvient à apporter une toute nouvelle vision sur les tests utilisateurs. L'utilisation de ces outils peut alors aider de nombreuses entreprises à promouvoir la pertinence des tests UX et ainsi aider les concepteurs et designers à mieux comprendre et évaluer très précisément leurs futurs utilisateurs lors de la conception de leurs produits et services, bien avant leur première utilisation. Cette étude a également mis en évidence l'importance et la clarté des instructions dans le taux de réussite de cette auto-installation. Il est donc essentiel pour les concepteurs de ne pas laisser de côté le design des instructions ainsi que le format dans lequel elles sont présentées (papier ou numérique).

5. Limites et futures recherches

Plusieurs limites à cette étude sont également à prendre en compte. Premièrement, durant toute l'expérimentation et ce jusqu'à la fin, nous n'avons pas indiqué aux participants s'ils avaient eu un succès ou un échec lors de leur installation. Leur réponse à la question suivante posée à la fin de l'expérience « Vous sentez-vous capable de refaire cette auto-installation chez vous ? » a donc pu être influencée.

Au niveau du design expérimental, si cette étude était à refaire, il aurait pu être intéressant de proposer deux conditions différentes lors de l'usage des instructions (i.e. papiers et électroniques). En effet, durant toute l'expérience, toutes les instructions étaient disponibles uniquement sur tablette ce qui pouvait être perturbant pour certains participants peu à l'aise avec ce genre de support. Néanmoins, la majorité des produits électroniques ont encore des guides d'instructions papiers.

Par ailleurs, étant donné le grand nombre de variables étudiées au sein de cette étude, notre échantillon de 29 participants n'était pas assez grand, compte tenu de nombreux résultats qui n'ont pas été significatifs. De plus, au niveau des regroupements d'utilisateurs lors de la création des cartes d'expérience client, nous n'avons pas toujours eu un nombre assez élevé de participants pour chaque catégorie. Par exemple, pour le persona « Le débrouillard », il n'y avait que 3 participants représentés dans cette catégorie, ce qui est très peu pour les analyses statistiques. Avec plus de participants lors de notre collecte, les regroupements et résultats auraient pu être beaucoup plus précis.

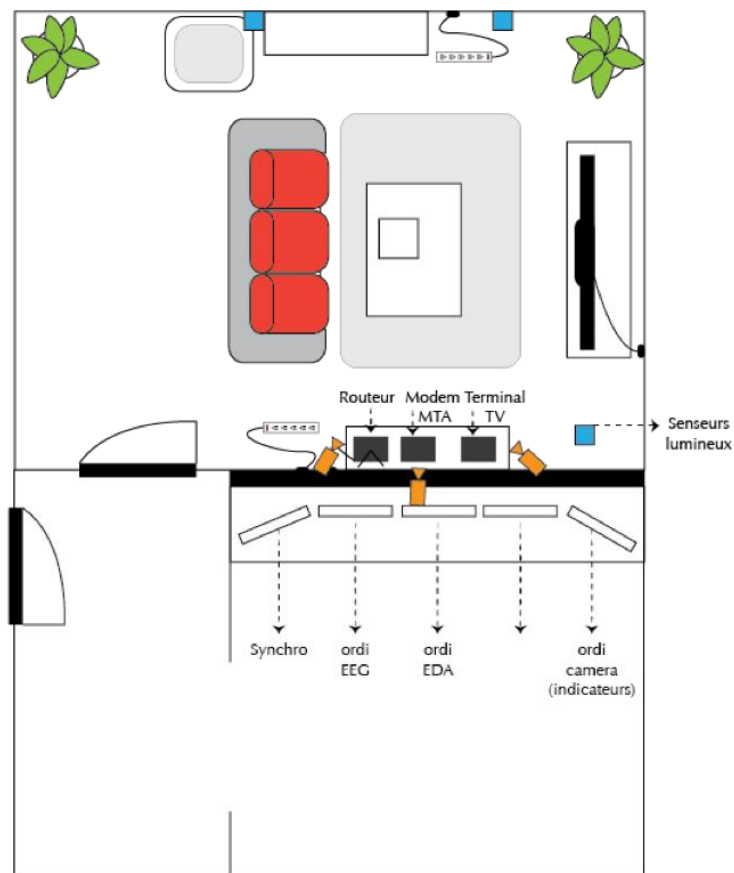
Enfin, cette étude s'est concentrée uniquement sur la désinstallation ainsi que l'auto-installation du nouveau matériel, les participants n'avaient donc pas à tester les différentes fonctionnalités après avoir complété les différentes tâches. Il aurait été judicieux de s'intéresser à l'interaction avec le nouveau produit afin de leur permettre de mieux comprendre les fonctionnalités et appréhender notamment l'influence de la première interaction sur la future utilisation d'un produit. D'autres études devraient ainsi être menées afin de continuer à explorer l'utilisation de différentes technologies de l'information.

Pour conclure, nous avons été en mesure de mieux comprendre les facteurs qui avaient une influence sur la réussite ou non d'une auto-installation. Par ailleurs, modéliser l'expérience vécue grâce aux cartes d'expérience client et personas a permis de mieux analyser les comportements des utilisateurs durant chaque tâche et obtenir des pistes d'optimisation pour le partenaire.

Annexes

Annexe 1 Salle expérimentale

Afin de mieux comprendre l'environnement dans lequel les participants évoluaient, voici le plan de la salle d'expérimentation ainsi que tous les outils utilisés durant la collecte de données.



Annexe 2 Questionnaires évaluant la motivation, la capacité et la connaissance à l'égard d'une auto-installation

Vous décidez de changer de matériel internet (routeur et modem) afin de bénéficier d'une qualité de connexion encore meilleure que la précédente. Sur une échelle de 1 à 10 ; veuillez répondre aux deux questions suivantes.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Si vous étiez amené à installer ce matériel par vous-même, à quel point vous sentez-vous motivé ?										
Si vous étiez amené à installer ce matériel par vous-même, à quel point vous sentez-vous capable de réaliser cette tâche ?										

	Aucune	Intermédiaire	Expert
Quelle est votre facilité d'utilisation d'un site web ?			

Annexe 3 Échelle Self-Efficacy

	1 (Ce n'est pas vrai)	2	3	4	5	6 (Complètement vrai)
Je peux rester calme face aux difficultés lors d'une installation de matériel technologique (exemple : modem, router) parce que je peux me fier sur mes capacités (1)						
Quand je suis confronté à un problème lors d'une installation de matériel technologique, je peux habituellement trouver plusieurs solutions (2)						
Peu importe ce qui se présente à moi lors d'une installation de matériel technologique, je peux habituellement le gérer (3)						

<p>Mes expériences passées d'installation de matériel technologique m'ont bien préparé pour mes futures installations (4)</p>						
<p>Je rencontre les buts que je me fixe lors de l'installation de matériel technologique (5)</p>						
<p>Je me sens préparé pour la plupart des demandes lors d'une installation de matériel technologique (6)</p>						