

L'expérience utilisateur (UX) des sites Web par le design émotionnel

par

Koffi Anoumou HOUNNOU

Essai présenté au CeFTI

en vue de l'obtention du grade de maître en technologies de l'information
(maîtrise en génie logiciel incluant un cheminement de type court en technologies de
l'information)

FACULTÉ DES SCIENCES
UNIVERSITÉ DE SHERBROOKE

Longueuil, Québec, Canada, le 6 juin 2018

Sommaire

Pour améliorer leur présence sur le Web, les entreprises font constamment face à des défis dont satisfaire les exigences et les besoins des utilisateurs. De nos jours, la course à l'innovation est à son comble et la concurrence est élevée entre les entreprises. Si les utilisateurs ne trouvent pas leur compte sur un site, ils iront voir chez le concurrent. Les entreprises tentent de se démarquer sur le Web. Non seulement elles veulent gagner une notoriété sur la toile, elles veulent aussi faire perdurer cette dernière.

Cette course à l'innovation dépasse le cadre de l'utilité et de l'utilisabilité qui est l'apanage des interfaces ergonomiques. Les experts de l'expérience de l'utilisateur se proposent pour concevoir des sites Web centrés sur l'utilisateur et s'intéressent aux aspects émotionnels, hédoniques et esthétiques nés de l'interaction de l'utilisateur avec lesdits sites Web dans un contexte déterminé.

Par le design émotionnel, nous pouvons exploiter la capacité de discernement de l'humain à distinguer le bon et le mauvais grâce au contraste visuel et cognitif. Ces deux types de contraste permettent de se démarquer, et influencent la façon dont les gens utilisent le site Web. En gros, cette technique participe davantage au succès d'un site Web en suscitant de l'émotion chez la personne qui l'utilise.

Cet essai se base sur une étude de Hassenzahl et Monk [1] qui démontre qu'une interface jugée esthétique était perçue comme plus facile d'utilisation qu'une interface jugée peu esthétique et que l'esthétisme favoriserait une plus grande satisfaction de l'utilisateur envers le système utilisé.

Afin de répondre à la question de recherche suivante : « **Est-ce que les principes du design émotionnel optimisent l'expérience de l'utilisateur (UX) d'un site Web?** » l'essai porte sur quatre aspects de l'expérience utilisateur (les aspects pragmatiques, les aspects hédoniques, la beauté et l'attractivité globale) à travers quatre sites Web dont deux sont qualifiés esthétiquement agréable selon le principe du design émotionnel. Les deux autres l'étant moins.

Une enquête par sondage en ligne auto administrée a été menée en utilisant le questionnaire de l'AttrakDiff abrégé. Un total de 84 réponses a été recueilli, à raison de 21 réponses par site Web. L'échantillon de cette étude est représentatif à l'échelle du Québec en fonction du sexe, mais ne l'est pas en fonction de l'âge.

La mesure de l'adéquation de notre échantillon et le test de sphéricité de Bartlett attestent de la bonne qualité des données de notre enquête. Les résultats de l'analyse en composantes principales montrent aussi que sur les quatre sites Web étudiés, les deux que nous avons qualifiés de « Beau » sont fortement corrélés et évoluent dans le même sens. Ils sont en opposition avec un des sites Web qualifiés de « Laid ou Mauvais esthétiquement ». Le quatrième ne contribuant pas aux deux axes principaux choisis selon les critères de Kaiser et Guttman.

En ce qui concerne les aspects de l'UX, cette étude révèle que la qualité hédonique et pragmatique, hormis la clarté, des sites étudiés est donc indépendante, mais que la qualité hédonique et la valeur globale sont liées. Cela signifie donc pour cet essai que plus les gens trouvent un site Web stimulant, plus les gens expriment leur identité à travers ce site et que ce dernier leur évoque des souvenirs, plus ces personnes diront qu'il s'agit d'un bon site Web. L'utilité et l'utilisabilité n'interviennent pas dans ce qualificatif de bonté.

L'analyse de cet essai ne permet donc pas de confirmer notre hypothèse. Les principes du design émotionnel n'optimisent pas l'UX d'un site Web. Cependant, une analyse plus poussée mérite d'être envisagée. Un nombre plus important de répondants pourrait assurer une meilleure qualité.

Nous recommandons donc d'expérimenter un nombre plus élevé de l'échantillon à analyser. Il pourrait également être intéressant de solliciter des experts pour une analyse experte dans les choix des sites à qualifier de « Beau » ou « Laid ».

Remerciements

Je tiens à remercier tout le corps enseignant de Centre de formation en technologies de l'information (CeFTI) d'avoir su maintenir en moi l'envie de terminer cette formation.

Claude Cardinal, directeur du centre, merci pour vos conseils et votre disponibilité.

Vincent Echelard et Lynn Legault, les premières ébauches de cet essai ont été réalisées grâce à vous. Merci pour l'encadrement et vos conseils.

À mon directeur académique Martin Dozois, votre accompagnement tout au long de la rédaction de cet essai a été très apprécié. Merci pour votre contribution, votre professionnalisme et votre souci du détail.

Je remercie également ma famille et toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de cet essai.

Table des matières

Sommaire	i
Remerciements.....	iii
Table des matières	iv
Liste des tableaux.....	vii
Liste des figures.....	viii
Glossaire	x
Liste des sigles, des symboles et des acronymes.....	xii
Introduction.....	1
Chapitre 1 Mise en contexte	4
1.1 Ergonomie ou utilisabilité du Web.....	4
1.1.1 La notion d'utilité.....	5
1.1.2 La notion d'utilisabilité.....	5
1.2 Le design émotionnel.....	7
1.2.1 Le principe de design émotionnel	8
1.3 L'expérience de l'utilisateur (UX)	9
1.3.1 Le modèle d'Hassenzahl	10
1.3.2 Le modèle de Mahlke	14
1.3.3 Le modèle de Karapanos.....	17
1.4 Résumé	19
Chapitre 2 Revue de la littérature.....	21

2.1	Courbes d'évaluation de l'UX.....	21
2.2	Échelles d'utilisabilité.....	22
2.3	Les échelles UX.....	23
2.4	Évaluation des émotions.....	24
2.5	Évaluation experte.....	25
2.6	Test des cinq secondes.....	25
2.7	Résumé.....	26
Chapitre 3 Problématique.....		27
Chapitre 4 Approche proposée.....		31
4.1	Description de l'approche.....	32
4.1.1	Les participants.....	33
4.1.2	Les sites Web évalués.....	34
4.2	Mise en œuvre.....	36
4.2.1	Le questionnaire AttrakDiff 2 abrégé.....	36
4.2.2	Les mesures.....	36
4.3	Les résultats attendus.....	37
4.3.1	Analyse de données.....	38
4.3.2	Les procédés.....	40
Chapitre 5 Analyse des résultats et interprétations.....		42
5.1	Analyse préliminaire.....	42
5.1.1	Source des données.....	42
5.1.2	Test du Khi-deux d'ajustement.....	44
5.1.3	Corrélations linéaires entre les variables.....	46
5.1.4	Mesure de l'adéquation de l'échantillonnage (KMO).....	47

5.1.5	Test de sphéricité de Bartlett	47
5.2	Analyse en composantes principales (ACP) sans rotation et interprétation.....	48
5.2.1	Valeurs propres et choix des axes	48
5.2.2	Interprétation des axes factoriels des variables	49
5.2.3	Interprétation des axes factoriels des individus.....	52
5.2.4	Rotation VARIMAX	55
	Conclusion.....	56
	Liste des références	59
	Bibliographie.....	67
	Annexe I Tableau présentant la version française des 28 items du questionnaire AttrakDiff [34]	68
	Annexe II Exemple de questionnaire de l'AttrakDiff de l'étude	70
	Annexe III Tableau des proportions d'homme et femme au Québec au 1 ^{er} juillet 2017.....	73
	Annexe IV Analyse en composantes principales avec rotation VARIMAX.....	75
	Annexe V Source de données analysées.....	83
	Annexe VI Script R de l'analyse en composantes principales	86
	Annexe VII Déroulement des test	90
1.1	Sites retenus.....	90
1.1.1	Site de location d'appartement	90
1.1.2	Site de distribution de colis par voie terrestre.....	90
1.2	Tâche à demander aux testeurs	90
1.2.1	Format de courriel	91
	Annexe VIII Tableau montrant les variables à étudier	93

Liste des tableaux

Tableau 1.1 Tableau récapitulatif des indicateurs de l'UX selon le modèle de Mahlke [23] ...	17
Tableau 4.1 Tableau présentant le questionnaire AttrakDiff abrégé [2]	33
Tableau 4.2 Liste des sites Web évalués dans le cadre de cet essai	34
Tableau 4.3 Score d'un item normal et son score renversé.....	36
Tableau 4.4 Structure d'âge sur un échantillon de N sujets / Test du Khi-deux d'ajustement	37
Tableau 5.1 Sommaire des données du sondage de l'essai	43
Tableau 5.2 Répartition selon leur sexe des sujets de l'échantillon final N=79.....	44
Tableau 5.3 Calcul du Khi-deux d'ajustement selon le sexe.....	44
Tableau 5.4 Répartition selon l'âge des sujets de l'échantillon final N=79.....	45
Tableau 5.5 Données d'évaluation des sites Web étudiés	46
Tableau 5.6 Matrice de corrélation intersites de Pearson.....	47
Tableau 5.7 Mesure de l'adéquation de l'échantillonnage (KMO)	47
Tableau 5.8 Test de sphéricité de Bartlett.....	48
Tableau 5.9 Variance totale expliquée	49
Tableau 5.10 Contributions aux composantes principales	52
Tableau 5.11 Coordonnées des individus sur les axes factoriels	53

Liste des figures

Figure 1.1 Les critères d'utilité et d'utilisabilité doivent être réunis pour obtenir une interface ergonomique	5
Figure 1.2 La pyramide de Maslow appliquée aux besoins des utilisateurs [4].....	7
Figure 1.3 Le modèle de l'expérience utilisateur d'Hassenzahl (2003).....	11
Figure 1.4 Les quatre grands caractères de produit issu des combinaisons possibles entre attributs pragmatiques et hédoniques de Hassenzahl (2003)	13
Figure 1.5 Cadre de recherche pour l'étude de l'expérience de l'utilisateur (adapté de Mahlke [23]).....	15
Figure 1.6 Modèle de temporalité de l'expérience (traduit et adapté par de Karapanos, 2009) [26].....	19
Figure 2.1 Présentation et traduction libre de SUS (http://blocnotes.iergo.fr/wp-content/uploads/2011/11/System-Usability-Scale.png)	23
Figure 2.2 Exemples d'émotions représentées par des personnages animés dans PrEmo ..	25
Figure 3.1 Perspective élargie d'inférence de Hassenzahl et Monk [1]	29
Figure 3.2 Schéma conceptuel de la recherche	30
Figure 4.1 Évaluation de l'esthétique classique, expressive, et de l'utilisabilité combinée et par domaine de site dans l'étude de Porat et Tractinsky [36].....	38
Figure 4.2 Coefficient de corrélation livre/vêtement [36].....	40
Figure 5.1 Test du Khi-deux d'ajustement.....	45
Figure 5.2 Graphique des valeurs propres	49
Figure 5.3 Contributions des variables au plan factoriel (1, 2).....	50
Figure 5.4 Projection des variables sur le plan factoriel (1, 2)	51
Figure 5.5 Contribution des individus au plan factoriel 1	52

Figure 5.6 Contribution des individus au plan factoriel 2	53
Figure 5.7 Projection des individus sur le plan factoriel (1, 2).....	54

Glossaire

- Effet de halo : Effet de notoriété ou encore effet de contamination, est un biais cognitif qui affecte la perception des gens ou des marques. C'est une interprétation et une perception sélective d'informations allant dans le sens d'une première impression (« il ne voit que ce qu'il veut bien voir »). Il a été mis en évidence de manière empirique par Edward Thorndike en 1920 et démontré par Solomon Asch en 1946. Une caractéristique jugée positive à propos d'une personne ou d'une collectivité a tendance à rendre plus positives les autres caractéristiques de cette personne, même sans les connaître (et inversement pour une caractéristique négative).
- Logiciel libre R : Langage de programmation et un logiciel libre dédié aux statistiques et à la science des données soutenue par la R Foundation for Statistical Computing.
- Norme ISO 9241-11 : Fournit un cadre pour comprendre le concept d'utilisabilité et l'appliquer à des situations où des personnes utilisent des systèmes interactifs, et d'autres types de systèmes (y compris des environnements bâtis), des produits (y compris des produits industriels et de grande consommation) et des services (y compris des services techniques et personnels).
- Pyramide des besoins de Maslow : La pyramide des besoins schématise une théorie élaborée à partir des observations réalisées dans les

années 1940 par le psychologue Abraham Maslow sur la motivation.

Tendance à l'acquiescement : Est une attraction du sujet pour les réponses positives (Oui, Vrai, D'accord), les gens disent plus volontiers « oui » que « non ». Cette tendance est connue depuis longtemps en psychologie sociale. Elle serait corrélée à la sensibilité aux placebos et serait donc une expression de la suggestibilité.

Liste des sigles, des symboles et des acronymes

ACP : Analyse en composantes principales

IHM : Interface homme machine

ISO : Organisation internationale de normalisation (International Standards Organisation en anglais)

KMO : Indice Kaiser-Meyer-Olkin

UX : eXpérience de l'Utilisateur (User eXperience en anglais)

Introduction

Pour accroître leur part de marché, les entreprises sont aujourd'hui très présentes sur le Web. Ces entreprises désirent offrir des services Web de qualité afin de se démarquer de leurs concurrents et de conserver leurs clients. Aujourd'hui, les applications Web sont très présentes. D'une part, il est possible d'atteindre un plus grand nombre de personnes avec des applications Web, et d'autre part, de plus en plus de personnes désirent effectuer leurs transactions dans le confort de leur foyer. La concurrence est plus que jamais présente et l'innovation technologique est nécessaire.

De ce fait, bien que l'objectif des applications en ligne soit de répondre aux besoins et exigences des utilisateurs, le succès d'une entreprise réside dans sa capacité à se démarquer de ses concurrents. Les moyens mis en œuvre ont beaucoup évolué depuis la fin des années 90 jusqu'à aujourd'hui.

Alors que vers la fin des années 1990, les experts discutaient des critères ergonomiques et des tests d'utilisabilité, on assiste progressivement à l'intégration des besoins, des attentes et des caractéristiques propres aux clients à chaque étape du processus de développement. C'est l'ère de la conception centrée sur l'utilisateur [2], qui s'ajoute maintenant aux défis techniques et technologiques.

Cette conception centrée sur l'utilisateur a fait place récemment à la conception de l'expérience utilisateur (UX). Les définitions de l'UX sont nombreuses vu la complexité de l'expérience humaine [2]. C'est un concept qui réfère à la capacité d'améliorer le service apporté aux clients, à proposer des expériences « uniques » à travers une interface à la fois utile, fonctionnelle, accessible, fiable, utilisable, mais également agréable, ludique, voire plus humaine.

Alors que les métiers de l'UX commencent à prendre forme dans le monde du Web, un courant de pensée provoque un réel engouement au sein de la communauté des experts de l'interaction humain-machine (IHM). Il s'agit du design émotionnel, une approche rendue populaire par Norman [3] et Walter [4]. Cette approche propose une nouvelle façon de

concevoir l'IHM en plaçant les émotions au cœur de l'UX. Norman [3] soutient l'hypothèse selon laquelle l'aspect émotionnel et affectif du design participe davantage au succès d'un produit que son caractère pratique. En d'autres termes, le succès d'un produit ou service ne dépend pas uniquement de ses caractéristiques fonctionnelles. Il dépend également de sa capacité à susciter l'émotion de celui ou celle qui l'utilise.

Alors qu'elles apparaissent le plus souvent aux yeux des entreprises dans leur entière contradiction, à la fois très convoitées et pleines de risques, les émotions sont une denrée rare et précieuse pour le design de nos interfaces [5]. L'objectif de cet essai est de découvrir dans quelle mesure les principes du design émotionnel peuvent optimiser l'UX dans un site Web.

Le premier chapitre fait une mise en contexte. Alors que vers la fin des années 1990 la facilité d'utilisation était le maître mot pour les applications Web qui se veulent accrocheuses, les professionnels du Web assistent progressivement à la montée d'un nouveau concept dit « centré utilisateur ». Un nouveau métier prend naissance, celui de designer d'UX. Au même moment, le design émotionnel provoque de l'engouement au sein de la communauté des experts de l'IHM. Dans le chapitre un, les différentes notions sont définies afin d'en ressortir les divers critères de valeur mesurable pour le cadre de la recherche.

Le deuxième chapitre présente une revue de littérature. Il passe en revue certains ouvrages, articles scientifiques ou sites Web qui parlent des notions vues dans le premier chapitre. Il aborde également les outils de l'évaluation de l'UX nécessaires à l'étude de cet essai.

Le troisième chapitre aborde la problématique de la nécessité ou non, de mesurer l'UX au-delà de l'utilité, de l'utilisabilité et de l'esthétique, tant les indicateurs de l'UX sont divers et varient selon chaque auteur. Le design émotionnel révèle de nos jours être une meilleure approche pour humaniser une application Web et offrir un agréable UX aux utilisateurs. Dans ce chapitre, la méthodologie de recherche de cet essai est décrite ainsi que les outils d'évaluation de l'UX.-

Le quatrième chapitre décrit l'approche proposée pour cet essai. Il explique la démarche utilisée pour vérifier si une approche de design émotionnel d'un site Web rend plus agréable l'UX du site en question.

Le cinquième chapitre aborde l'analyse des résultats obtenus dans le contexte de l'UX impliquant le design émotionnel. Il fait le point sur la nécessité ou non d'aborder la conception du système basé sur des dimensions d'utilité, d'utilisabilité et d'esthétique.

Enfin, avec les résultats de cet essai, nous verrons s'il est possible d'améliorer la façon d'aborder la conception ou la refonte d'un site Web qui se veut utile, facile d'utilisation et qui a la prétention d'offrir une expérience agréable aux utilisateurs.

Chapitre 1

Mise en contexte

Pour améliorer leur présence sur le Web, les entreprises font constamment face au défi de savoir comment réussir à satisfaire les exigences et les besoins des utilisateurs. De nos jours, la course à l'innovation technologique est à son comble et la concurrence est rude entre les entreprises. Si les utilisateurs ne trouvent pas leur compte sur un site, ils iront voir chez le concurrent. Les entreprises tentent donc de se démarquer sur le Web. Non seulement elles veulent gagner une notoriété sur la toile, elles veulent aussi faire perdurer cette dernière.

1.1 Ergonomie ou utilisabilité du Web

Selon Wikipédia [6], l'utilisabilité du Web, encore appelé également ergonomie du Web, est l'application de l'utilisabilité dans les domaines où la navigation Web peut être considérée comme un paradigme (ou métaphore) pour construire un environnement graphique. Elle a pour objectif de rendre les sites Web plus aisés d'utilisation pour l'utilisateur final, sans qu'il ait besoin de suivre un apprentissage adapté. Elle prend en considération les attentes, les habitudes, l'âge, les équipements et le niveau de connaissance de l'utilisateur.

Boucher [7], abonde dans le même sens. Elle définit un site Web ergonomique comme un site Web qui satisfait les critères d'utilité et d'utilisabilité (Figure 1.1). En effet, pour qu'un site soit fréquemment utilisé, il faut que les utilisateurs le jugent utile à leur besoin et que son utilisation soit facile dans la réalisation de leur besoin.

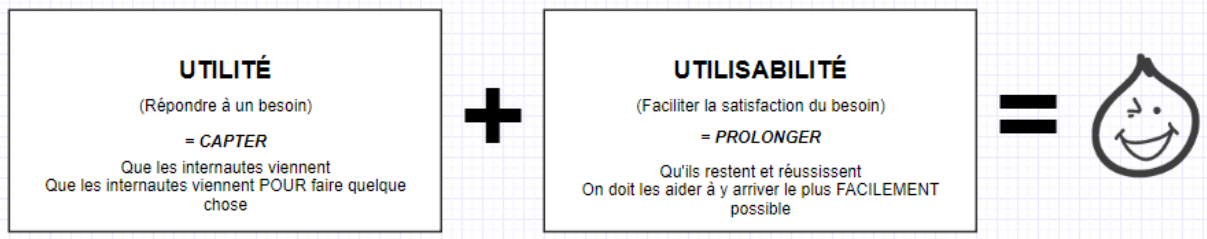


Figure 1.1 Les critères d'utilité et d'utilisabilité doivent être réunis pour obtenir une interface ergonomique

1.1.1 La notion d'utilité

Comprendre la notion d'utilité d'un site Web c'est comprendre ce à quoi il sert pour l'utilisateur. Cela suppose la compréhension des besoins et envies des visiteurs. C'est ce qui permet de deviner ce qui va leur être utile ou non et de susciter un intérêt chez l'utilisateur.

Il est donc important de bien comprendre ce qui pourrait amener les utilisateurs à aller sur un site. Boucher [7] note également un côté multidimensionnel à la notion d'utilité. Non seulement l'utilité consiste à offrir un service aux internautes ayant un besoin auquel on peut répondre, mais doit également consister à offrir le meilleur service possible en fonction des besoins et objectifs des internautes.

1.1.2 La notion d'utilisabilité

Non seulement le site Web doit être utile à l'utilisateur, il doit également être facile d'utilisation afin de créer la rétention chez l'internaute. Il n'y a pas de définition unique de la notion d'utilisabilité ce qui en fait un concept difficile à cerner, en particulier pour les développeurs de logiciels. [8] [9] [10]

Selon Shackel [8], l'utilisabilité d'un système est sa capacité, en termes fonctionnels humains, à permettre une utilisation facile et effective par un groupe spécifique d'utilisateurs dans un environnement donné, avec une formation et un support adapté pour accomplir certains nombres de tâches, à l'intérieur d'une catégorie spécifique de contexte.

Selon Green et Pearson [9], l'utilisabilité réfère à la fois un ensemble de qualité indépendant des attributs tels que la performance de l'utilisateur, la satisfaction et la facilité d'apprentissage, ou tout à la fois.

La plupart de ces définitions sont reprises par la norme ISO 9241-11 afin de créer une définition de consensus. Elle définit donc l'utilisabilité comme « le degré selon lesquels un produit peut être utilisé, par des utilisateurs identifiés, pour atteindre des buts définis avec efficacité, efficience et satisfaction, dans un contexte d'utilisabilité spécifié » [11].

Trois dimensions sont définies ici dans la notion de l'utilisabilité à savoir :

- l'efficacité : le but est-il atteint? Des critères de réussites doivent être définis;
- l'efficience : quels efforts sont nécessaires pour atteindre le but? Plus les efforts sont faibles, plus l'efficience est grande; et,
- la satisfaction : quel ressenti l'utilisateur a-t-il de son expérience?

On retrouve presque ces dimensions chez Nielsen [12] [13] qui définit l'utilisabilité comme un attribut de la qualité qui évalue la facilité avec laquelle l'interface utilisateur est utilisée. L'utilisabilité se réfère également à des méthodes pour améliorer la facilité d'utilisation au cours du processus de conception [13]. Il s'agit en plus de l'efficience et de la satisfaction, de :

- l'« apprenabilité » (learnability) : la facilité avec laquelle un utilisateur peut accomplir une tâche simple la première fois qu'il est confronté à une interface;
- la « mémorabilité » (memorability) : le degré de facilité pour un utilisateur d'accomplir à nouveau une tâche après un long moment sans utiliser l'interface; et,
- les erreurs la quantité d'erreurs commises par l'utilisateur, leurs sévérités et la facilité à les corriger.

En d'autres termes, pour que le produit soit utilisable nous devons concevoir un site Web qui permet à un groupe d'utilisateurs de réaliser facilement la tâche qui lui incombe. Il faut cependant tenir compte de son environnement technologique, social et d'ambiance dans lequel il se trouve [7].

1.2 Le design émotionnel

Norman [3] décrit l'effet « esthétique-utilisabilité » d'un design comme quelque chose qui fonctionne mieux contrairement à l'utilisabilité seule. Les choses attrayantes font du bien aux gens, les font réfléchir de manière plus créative et trouver des solutions différentes, en tolérant les petites difficultés auxquelles ils peuvent être confrontés. Cela facilite l'utilisation d'un objet d'autant plus qu'il permet aux gens de trouver plus aisément des solutions aux problèmes qu'ils rencontrent.

Il décrit trois aspects différents dans le design d'un objet mêlant l'émotion et le processus cognitif. Le premier est viscéral et concerne l'apparence du produit. Des jugements rapides se font sur le produit en termes de qualité bonne ou mauvaise, dangereux ou non, plaisant ou non. C'est le premier traitement affectif fait sur l'objet par l'utilisateur. Le deuxième aspect est comportemental. Il évalue le produit pendant son utilisation. L'utilisateur détermine à cette étape si le produit est efficace, compréhensible, simple à utiliser et également le plaisir qu'il procure à l'utilisation. Le dernier aspect est réflexif et traite de l'image de soi, la satisfaction personnelle et les souvenirs liés à l'utilisation du produit.

Walter [4] aborde le même sujet du design émotionnel quelques années plus tard et en fait une analogie des besoins des utilisateurs avec la pyramide des besoins de Maslow (Figure 1.2).

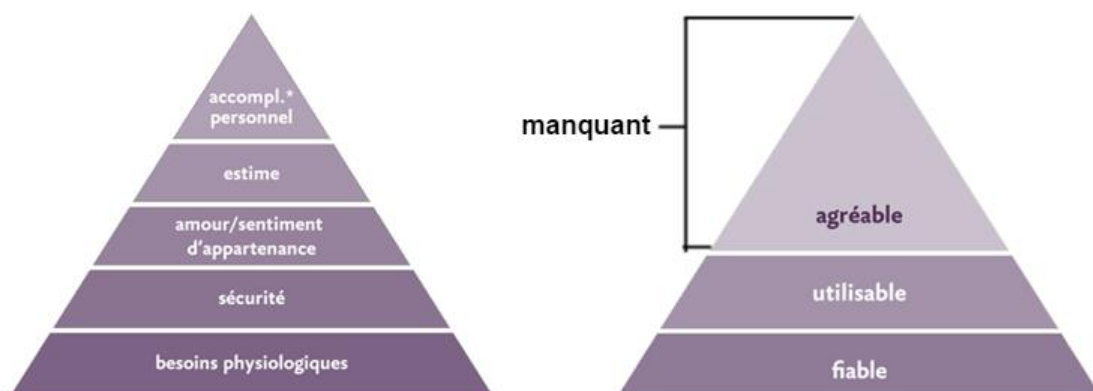


Figure 1.2 La pyramide de Maslow appliquée aux besoins des utilisateurs [4]

Tout comme nous pourrions certainement vivre heureux en ne répondant qu'aux trois premières strates de la pyramide des besoins (physiologiques, sécurité et le sentiment d'appartenance), une interface doit être fiable et utilisable pour satisfaire les besoins « primaires » d'un utilisateur.

Le plaisir, l'amusement, la joie et l'enchantement restent la partie manquante. Ils transcendent l'utilisabilité en raison de l'expérience agréable qu'elle procure aux utilisateurs. Ils sont plus nombreux à s'abonner, consomment plus et restent plus longtemps.

Une interface Web doit donc être fonctionnelle, fiable et utilisable. Elle doit dégager une personnalité pour lui donner un sentiment et ainsi établir un lien entre humains. Le design émotionnel permet de nouer un lien avec le public en transmettant sa propre personnalité dans son travail afin que les utilisateurs aient la sensation d'interagir avec un véritable humain.

1.2.1 Le principe de design émotionnel

Selon Walter [4], le principe de design émotionnel consiste à engager émotionnellement son public. Il affirme que lorsque l'on présente clairement la personnalité de notre marque, nous créons de l'empathie et nous aidons ainsi notre public à voir une meilleure version de lui-même. Nous devons garder en tête que les humains veulent communiquer avec leurs semblables. Il propose dans son ouvrage quelques concepts que nous résumons dans cet essai comme suit :

- utiliser le concept du nombre d'or, une division mathématique des proportions très répandues dans la nature, y compris dans la forme humaine, car notre subconscient y voit un modèle de beauté qui se retrouve également dans nos propres corps;
- utiliser le contraste cognitif et visuel pour non seulement se démarquer des autres, mais aussi influencer, de manière simple et profonde, la façon dont les gens utilisent votre interface;
- créer des personas, des archétypes d'utilisateurs qui représentent un groupe plus large de son public;

- employer la personnalité comme fondement de votre design afin d'engager votre public;
- créer un engagement émotionnel en suscitant l'anticipation lorsqu'on annonce un événement attendu en donnant au public un certain temps pour y réfléchir; et
- surprendre, enchanter pour amorcer les perceptions des utilisateurs afin qu'ils arrivent plus facilement à s'identifier et à se fier au site.

1.3 L'expérience de l'utilisateur (UX)

Les utilisateurs des sites Web deviennent de plus en plus exigeants à cause des avancées technologiques. La facilité d'utilisation d'un produit n'est plus suffisante pour espérer créer la rétention de l'utilisateur sur l'application Web de l'entreprise. Tom Stewart, le président du sous-comité de l'*International Standards Organisation* (ISO) donne cet exemple assez frappant : Si la tâche de l'utilisateur était tout simplement de sélectionner et lire les fichiers MP3, le iPod n'aurait pas été aussi dominant sur le marché [14]. Selon Roto [15], l'utilisabilité est un attribut relié à l'image d'un produit tandis que l'UX est la perception personnelle et subjective reliée à son usage.

Il convient donc de penser que d'autres facteurs s'ajoutent à l'utilisabilité et l'utilité afin que l'utilisateur adhère au site Web. Pour Robert & Lesage, le passage du concept d'utilisabilité à celui de l'UX n'est pas une rupture. Il est plutôt une continuité des efforts engagés dans la conception des produits de bonne qualité [16].

Barcenilla et Bastien [17] évoquent les points de vue de certains auteurs. Ainsi, pour Kankainen [18], « l'expérience de l'utilisateur est le résultat d'une action motivée dans un certain contexte. L'expérience antérieure de l'utilisateur et ses attentes influencent l'expérience actuelle, et celle-ci conduit à de nouvelles expériences et des nouvelles attentes » (p. 30).

Pour Arhippainen et Tähti [19], l'expérience de l'utilisateur est le résultat de l'interaction de cinq catégories de facteurs à savoir les facteurs sociaux, culturels, ceux liés aux caractéristiques de l'utilisateur, ceux liés au contexte et ceux liés aux caractéristiques du produit.

Pour Hassenzahl [20], l'UX met l'accent sur les aspects positifs de l'interaction entre le produit et l'utilisateur, l'aspect non instrumental du produit et la compréhension et la gestion de l'aspect subjectif de l'utilisation.

La norme ISO 9241 (2008) définit l'UX comme les perceptions et les réactions d'une personne qui résultent de l'utilisation effective ou anticipée d'un produit, système ou service. Cette définition est la définition officielle de l'UX à ce jour, car elle reflète le consensus des experts sur le sujet, c'est-à-dire les aspects sur lesquels ils sont en accord.

Enfin en se basant sur le fait que les experts s'accordent tous à dire que l'UX est le résultat de l'interaction entre l'utilisateur, le système et le contexte, Hassenzahl et Tractinsky [21, p. 95] définissent l'UX comme « la conséquence de l'état interne de l'utilisateur (prédispositions, attentes, besoins, motivations, humeur), des caractéristiques du système (par exemple : complexité, objectif, utilisabilité, fonctionnalité) et du contexte (ou environnement) dans lequel ont lieu les interactions ».

L'UX va donc plus loin que la simple interaction avec un système. C'est aussi faire des choses qui ont du sens dans notre vie, qui apportent du plaisir et de la satisfaction et qui sont en rapport avec nos émotions, nos intérêts, nos motivations, nos valeurs, notre rythme de vie; pour résumer : tout ce qui nous rend humains (Robert & Lesage, 2011) [16].

Il existe différents modèles de l'UX, mais les deux principaux utilisés, selon Lallemand et Gronier [2], dans la recherche de l'UX sont ceux de Hassenzahl [22] et Mahlke [23]. Cependant une enquête UX [24] montre que les experts sont conscients également d'une dynamique temporelle de l'UX.

1.3.1 Le modèle d'Hassenzahl

Le modèle d'Hassenzahl [22] présente l'UX selon deux perspectives complémentaires qui sont la perspective du point de vue du concepteur et celle du point de vue de l'utilisateur (Figure 1.3). Dans ce modèle, le concepteur développe un produit afin de lui donner un caractère particulier. Ce produit naît d'une combinaison de certaines caractéristiques choisies (contenu, présentation, fonctionnalités, modalités d'interaction). L'intention du concepteur est de provoquer un sentiment particulier chez l'utilisateur avec le produit et dans sa manipulation. Il n'est pas vrai que l'utilisation et le concepteur ont la même perception et

appréciation. C'est pourquoi un processus de conception rigoureux doit être appliqué, pour s'assurer que les caractéristiques choisies pour le produit vont bien communiquer le caractère souhaité.

L'utilisateur de son côté se construit sa propre vision du produit dès le premier contact. Cette vision dépend de la qualité pragmatique et hédonique du produit. C'est la combinaison de ces deux qualités qui génère chez chaque utilisateur une évaluation globale de l'attractivité du produit. Cette dernière qui va être la source de conséquences comportementales et émotionnelles.

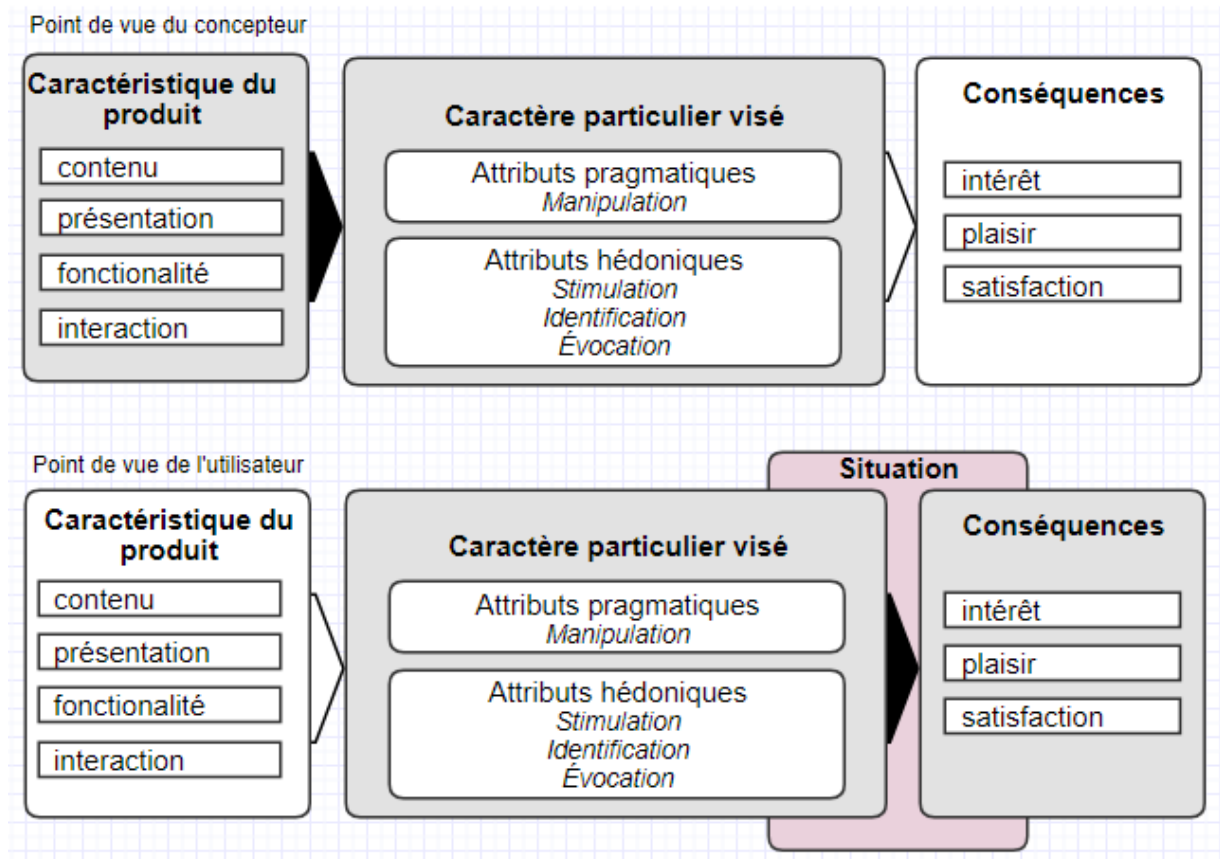


Figure 1.3 Le modèle de l'expérience utilisateur d'Hassenzahl (2003).

Hassenzahl [20] distingue deux attributs de la qualité perçue d'un produit selon la perspective de l'utilisation. Il s'agit de la qualité pragmatique et de la qualité hédonique. [20]

La qualité pragmatique ou instrumentale soutient la réalisation d'objectif ou de tâche appelée « do-goals » comme par exemple, rechercher le magasin le plus proche de soi. La qualité pragmatique est constituée de deux attributs à savoir l'utilité et l'utilisabilité.

Quant à la qualité hédonique ou non instrumentale, elle se base sur la capacité du produit à procurer du plaisir et à satisfaire l'épanouissement des besoins humains plus profonds appelé « be-goals ». La qualité hédonique est liée au soi de l'utilisateur et elle comporte trois attributs principaux [22] [25] qui sont :

- la stimulation : les individus cherchent continuellement à développer leurs compétences ou connaissances. Pour soutenir cela, les produits doivent être stimulants. Ils doivent fournir de nouvelles opportunités et de nouveaux potentiels;
- l'identification : les individus expriment leur identité à travers les objets qu'ils possèdent. Cette expression du soi a une fonction entièrement sociale puisque les gens veulent être perçus d'une certaine manière par les autres. Pour soutenir ce besoin, un produit doit communiquer une certaine identité, et;
- l'évocation : les produits peuvent provoquer des souvenirs. Dans ce cas, ils représentent des événements passés, des relations ou des pensées qui sont importants pour l'individu.

Les deux qualités combinées permettent une évaluation globale du produit. Ceci fera que le produit va être attrayant aux yeux de l'utilisateur et qu'il aura de plaisir à l'utiliser et le plus longtemps possible. Cette perception se fait de quatre façons. La Figure 1.4 ci-dessous montre comment les attributs pragmatiques et hédoniques peuvent être respectivement forts ou faibles.

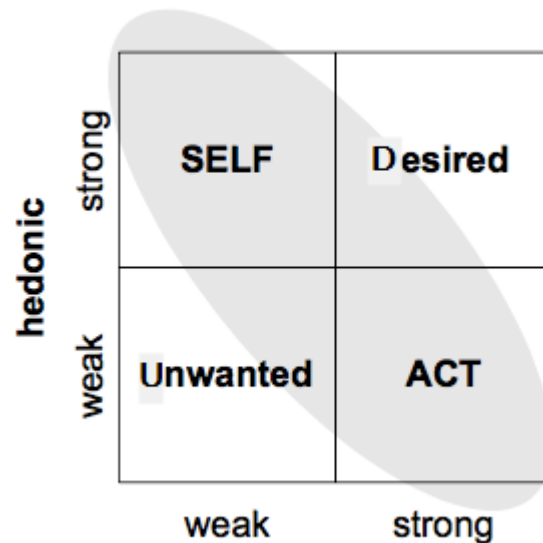


Figure 1.4 Les quatre grands caractères de produit issu des combinaisons possibles entre attributs pragmatiques et hédoniques de Hassenzahl (2003)

Lorsque les attributs pragmatiques et hédoniques sont tous les deux faibles, les produits sont tout simplement non désirés (*unwanted*). Le produit n'est donc pas capable de satisfaire ni les besoins pragmatiques des utilisateurs ni leurs besoins hédoniques. À l'inverse, lorsque les attributs pragmatiques et hédoniques sont tous les deux forts alors le produit est désiré (*desired*), ce qui est le but ultime d'une bonne conception.

Par contre, les deux groupes d'attributs ne sont pas souvent équilibrés c'est-à-dire qu'on n'a pas tout le temps les deux qualités à fort ou à faible. Un produit peut être aussi principalement pragmatique : un produit ACT (pragmatique forte et hédonique faible). Un produit peut également être principalement hédonique : un produit SELF (pragmatique faible et hédonique forte).

Le produit ACT est incontestablement lié aux objectifs / tâches de l'utilisateur. Ces objectifs varient et peuvent être prescrits par des personnes externes ou bien générés par l'individu lui-même. L'attrait d'un produit ACT est donc très lié au statut de l'objectif à atteindre de l'utilisateur et c'est l'effort apporté par cet individu pour atteindre cet objectif qui fait que le produit ACT va produire de la satisfaction [22] [25].

À l'inverse, un produit SELF est lié à l'utilisateur lui-même, son identité, ses idéaux, ses souvenirs, ses relations. L'appréciation des produits « SELF » est beaucoup plus stable que l'appréciation des produits ACT, car la probabilité qu'un individu change sa perception des prérequis pour qu'un produit satisfasse son « Self » est bien plus basse que la probabilité que ses objectifs et tâches changent. De plus, le lien entre un utilisateur et un produit « SELF » est généralement bien plus fort que le lien qui unit un utilisateur à un produit ACT [22] [25].

L'auteur [22] souligne ici l'importance des qualités hédoniques des produits puisque c'est par ces qualités que l'appréciation du produit peut être forte et stable. Par le soutien apporté à l'épanouissement des besoins psychologiques, un produit « SELF » va produire du plaisir [25].

1.3.2 Le modèle de Mahlke

Mahlke [23] propose un modèle (CUE-Model), ou un cadre d'analyse qui intègre la plupart des composantes de l'UX qu'on retrouve dans les différentes approches [17]. Ce modèle (Figure 1.5) comporte trois dimensions (la perception des qualités instrumentales, la perception des qualités non instrumentales et les réactions émotionnelles influencées par les deux premières dimensions) [17].

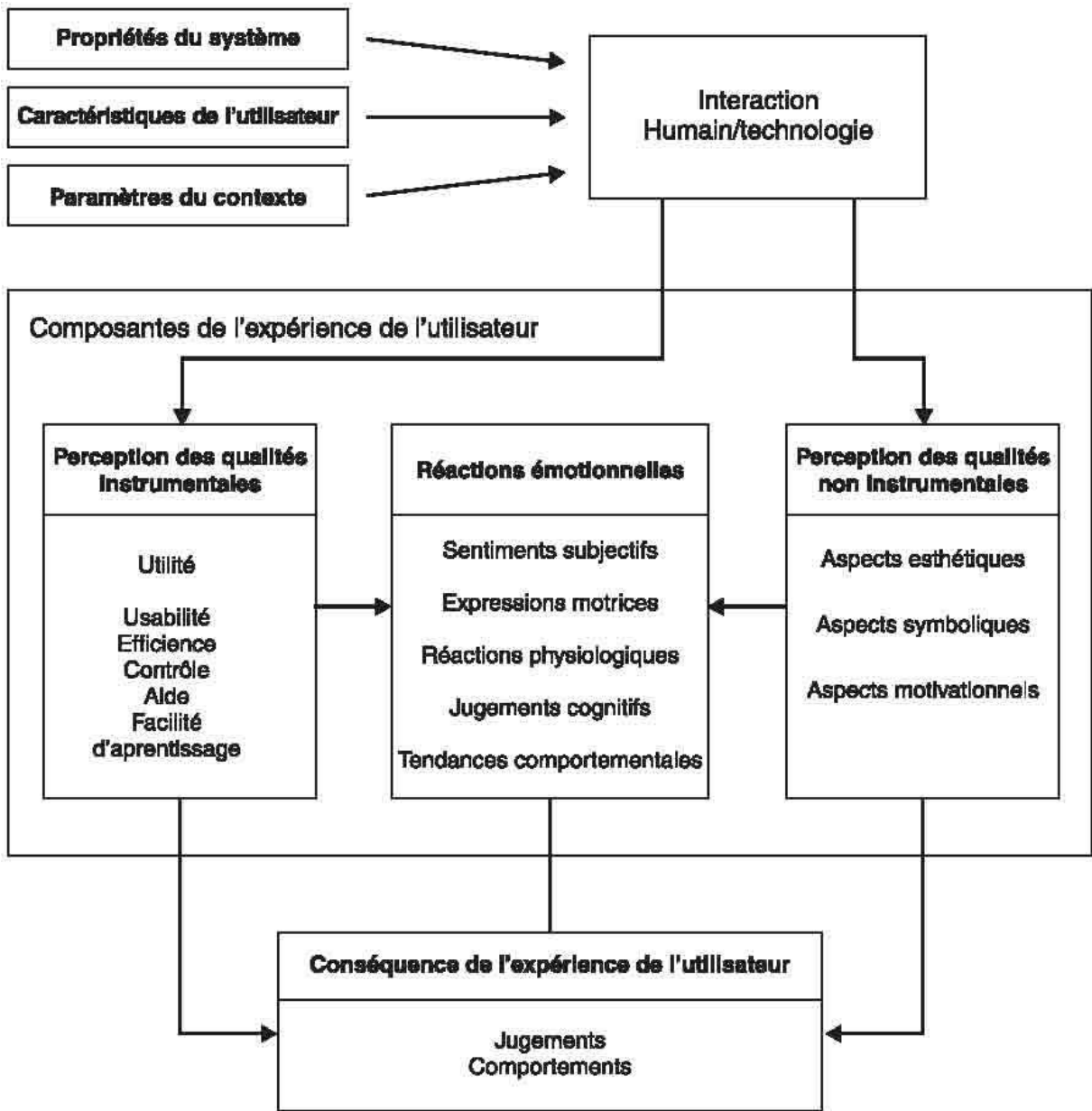


Fig. 1. — Cadre de recherche pour l'étude de l'expérience de l'utilisateur
(adapté de Mahlke, 2008)

Framework for user experience research
(adapted from Mahlke, 2008)

Figure 1.5 Cadre de recherche pour l'étude de l'expérience de l'utilisateur (adapté de Mahlke [23])

On remarque que tout comme Hassenzahl, que Mahlke évoque des qualités instrumentales et non instrumentales qui vont ici être à l'origine de conséquence de l'UX (les jugements globaux, choix entre plusieurs alternatives et des comportements d'usage).

Les qualités instrumentales sont les mêmes, c'est-à-dire, l'utilité et l'utilisabilité perçues du produit. L'utilisabilité utilise des indicateurs comme l'efficacité, la contrôlabilité, l'efficacité et l'apprenabilité.

Les qualités non instrumentales sont ici définies par les aspects esthétiques (visuel, tactile, acoustique), symboliques (associatif et communicatif) et motivationnels.

Quant aux réactions émotionnelles, elles résultent de la perception des deux autres composantes et sont en lien avec les sentiments subjectifs, les expressions motrices, les réactions physiologiques, l'évaluation cognitive et les tendances comportementales de l'utilisateur.

Tableau 1.1 Tableau récapitulatif des indicateurs de l'UX selon le modèle de Mahlke [23]

Composantes de L'UX	Dimensions	Indicateur
Aspects instrumentaux	Utilité	Utilité
	Utilisabilité	Effcience
		Contrôlabilité
		Efficacité
		Apprenabilité
Aspects non instrumentaux	Aspects esthétiques	Visuel
		Tactile
		Acoustique
	Aspects symboliques	Symbolique associative
		Symbolique communicative
	Aspects motivationnels	

1.3.3 Le modèle de Karapanos

Le modèle de Karapanos [26] est un modèle de la dynamique temporelle de l'UX qui offre une vision de l'UX depuis la phase de l'anticipation de l'expérience jusqu'à une phase à plus long terme d'où l'utilisateur a un attachement émotionnel vis-à-vis du système (Figure 1.6).

Dans son modèle, divisé en trois phases d'adoption, Karapanos offre une vision de l'UX depuis la phase de l'anticipation de l'expérience jusqu'à une phase à plus long terme d'où l'utilisateur a un attachement émotionnel vis-à-vis du système.

La transition entre les trois phases (l'orientation, l'incorporation et l'identification) est motivée par la familiarité, la dépendance fonctionnelle et l'attachement émotionnel, et apprécie à chaque phase par diverses qualités du système.

La **phase d'orientation** est une phase de découverte du produit. Elle est caractérisée par la stimulation de la nouveauté et par la nécessité d'apprendre à l'utiliser (ambivalence excitation et frustration). La familiarité progressive avec le produit va permettre de passer de l'orientation à la **phase d'incorporation**. Le produit devient donc important au quotidien et les principales qualités appréciées sont son utilité et son utilisabilité à long terme (au-delà de l'apprenabilité de la phase d'orientation). La dépendance fonctionnelle va entraîner une évolution vers la phase **d'attachement émotionnel**. Dans cette dernière phase, le produit fait réellement partie du quotidien et de l'identité de la personne. Les qualités appréciées sont celles qui permettent à la fois de communiquer l'identité et de participer aux interactions sociales. [2].

Du point de vue de la conception, il est finalement important d'être conscient de cette temporalité et de soigner les qualités du système qui vont permettre le passage d'une phase à une autre. Il faut réellement penser le produit dans le temps [2]. Pas uniquement un produit utilisé, mais aussi un produit qu'on achète (avant usage), qu'on utilise (usage), qu'on aime et qu'on adopte et même qu'on transmet ou qu'on recycle (après usage).

Temporalité de l'UX Modèle de Karapanos

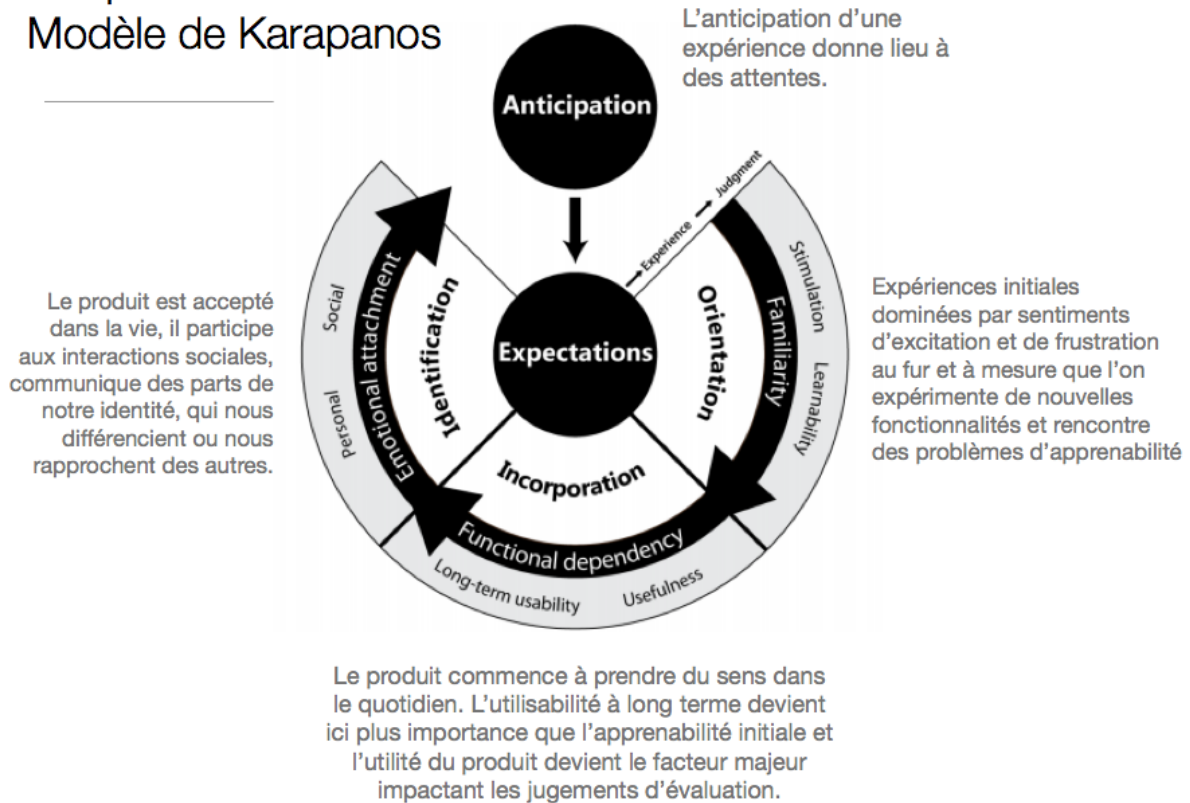


Figure 1.6 Modèle de temporalité de l'expérience (traduit et adapté par de Karapanos, 2009) [26]

1.4 Résumé

Ce chapitre a abordé certaines notions importantes dans la conception d'une application capable de répondre aux besoins et exigences des utilisateurs. Les termes d'utilité et d'utilisabilité ont été évoqués tant en ergonomie Web, en design émotionnel, qu'en UX. Ce sont des aspects pragmatiques ou instrumentaux qui soutiennent la réalisation d'objectifs ou tâches. Les indicateurs de l'utilisabilité de Mahlke (efficacité, contrôle, aide, facilité d'utilisation) diffèrent un peu de la définition de la norme ISO 9241-11 (efficacité, efficacité, satisfaction).

Les experts de l'UX définissent dans des vocabulaires différents les termes liés à la notion de l'UX. Les deux principaux modèles reconnaissent également les aspects non instrumentaux de l'UX.

Pour Hassenzahl le produit doit être stimulant. Il doit fournir de nouvelles opportunités et de nouveaux potentiels. Les utilisateurs doivent pouvoir s'identifier au produit et ce dernier doit provoquer des souvenirs.

Pour Mahlke, les indicateurs non instrumentaux sont issus par les aspects esthétiques (visuel, tactile, acoustique), symboliques (associatif et communicatif) et motivationnels.

Quant aux réactions émotionnelles, elles résultent de la perception des composantes instrumentales et non instrumentales.

Enfin, les indicateurs du design émotionnel se basent uniquement sur l'esthétique et l'utilisabilité du produit.

Le prochain chapitre présente une revue de littérature concernant les différents outils d'évaluations de l'UX utilisé dans le domaine des applications Web. Ces outils sont nécessaires afin de permettre aux experts d'atteindre l'objectif de créer un produit attrayant, captivant, enchantant et inspirant.

Chapitre 2

Revue de la littérature

Autant la définition de l'UX est complexe, autant son évaluation à travers ses indicateurs l'est également. L'UX est le résultat de l'interaction entre l'utilisateur, le système et le contexte. Au-delà de la qualité du produit, l'UX varie donc selon la personnalité de l'utilisateur, ses principes et ses goûts. Le plaisir qu'il en retire est également personnel et dépend du contexte d'utilisation.

La revue de littérature va permettre de répertorier les différentes méthodes de mesures de l'UX et ses différents outils d'évaluation. Le site allaboutux.org en présente 82 à l'heure où cet essai est rédigé. Ceci est le fruit du travail d'une dizaine d'experts de l'UX.

2.1 Courbes d'évaluation de l'UX

Les courbes permettent une évaluation qualitative et à long terme de l'UX. Ce sont des outils dédiés aux dynamiques temporelles de l'UX. Avec ces outils, les utilisateurs sont invités à dessiner une ou plusieurs courbes représentant les changements de leur expérience à travers le temps. Les courbes d'évaluations de l'UX ont pour rôle d'aider les utilisateurs à se remémorer leur expérience avec le système ainsi que les facteurs ayant influencé leur expérience au cours du temps.

L'étude de l'UX à long terme s'intéresse à la manière dont l'expérience et la relation de l'utilisateur avec le produit évoluent à travers le temps. Cette répartition de l'expérience dans le temps rappelle les trois phases d'adoption d'un système selon Karapanos et coll. (2010) : l'orientation, l'incorporation et l'identification.

La plus pertinente des courbes d'évaluation de l'UX est la courbe d'attractivité UX Curve, car elle donne plus de rétroaction sur l'expérience et est corrélée à la satisfaction et à la volonté de recommander le produit à ses amis [2].

La méthode UX Curve est développée par Kujala et coll. (2012). Il s'agit de gabarits de courbes en format papier. Les utilisateurs testeurs sont invités à représenter leurs expériences, avec plusieurs dimensions sur le produit, à travers des courbes. De façon générale, les dimensions évaluées sont l'expérience globale, l'attractivité, l'utilisabilité, l'utilité et le volume d'usage. Toutefois, d'autres dimensions comme l'innovation, la stimulation, l'esthétisme et l'identité entre autres peuvent être également utilisées. C'est dire que ces dimensions peuvent être personnalisées selon les objectifs de l'étude.

2.2 Échelles d'utilisabilité

Les échelles d'utilisabilité font partie des outils standardisés. Ce sont des questionnaires qui recueillent l'avis des utilisateurs sur la facilité d'utilisation du système et le degré de satisfaction dans l'interaction avec le produit.

Ces questionnaires reprennent un ensemble de questions prédéfinies, ordonnées et disposant d'une grille de réponse et de cotation identique pour tous les testeurs. Ce sont des échelles quantifiables, validées scientifiquement dans la plupart des cas.

Le SUS (System Usability Scale) est l'un des plus célèbres questionnaires et les plus utilisés auprès des professionnels de l'UX [27]. Il se base sur une échelle de Likert qui permet à l'utilisateur de répondre sur une échelle en 5 ou 7 points de « Pas du tout d'accord » à « Tout à fait d'accord ». Il comprend dix items présentés sous une forme affirmative dont un sur deux est inversé (Figure 2.1). Dans cette figure, les items 2, 4, 6, 8 et 10 sont inversés.

System Usability Scale

	Pas du tout d'accord				Tout à fait d'accord
1. Je pense que je vais utiliser ce service fréquemment	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	1	2	3	4	5
2. Je trouve ce service inutilement complexe	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	1	2	3	4	5
3. Je pense que ce service est facile à utiliser	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	1	2	3	4	5
4. Je pense que j'aurai besoin de l'aide d'un technicien pour être capable d'utiliser ce service	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	1	2	3	4	5
5. J'ai trouvé que les différentes fonctions de ce service ont été bien intégrées	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	1	2	3	4	5
6. Je pense qu'il y a trop d'incohérence dans ce service.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	1	2	3	4	5
7. J'imagine que la plupart des gens serait capable d'apprendre à utiliser ce services très rapidement.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	1	2	3	4	5
8 J'ai trouvé ce service très lourd à utiliser.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	1	2	3	4	5
9. Je me sentais très en confiance en utilisant ce service.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	1	2	3	4	5
10. J'ai besoin d'apprendre beaucoup de choses avant de pouvoir utiliser ce service.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	1	2	3	4	5

Figure 2.1 Présentation et traduction libre de SUS (<http://blocnotes.iergo.fr/wp-content/uploads/2011/11/System-Usability-Scale.png>)

2.3 Les échelles UX

Ce sont des outils standardisés qui permettent de recueillir les impressions et l'expérience de l'utilisateur envers le système. Les questionnaires d'auto-évaluation permettent de savoir si

l'utilisateur perçoit le système comme attractif, efficace, clair, fiable, stimulant ou encore innovant. Elles se focalisent donc sur des métriques subjectives de l'UX, mais incluent également ces aspects pragmatiques.

Le questionnaire AttrakDiff est l'un des outils d'évaluation de l'UX très souvent cités dans la littérature. Il est créé par Hassenzahl et col. [28] en 2003 pour expliquer la qualité perçue d'un système interactif. Il permet de faire l'évaluation unique ou temporaire d'un système. Il permet également de faire une comparaison avant et après d'un même système. Enfin, il permet de faire une comparaison entre deux produits différents et comprend 28 items dont l'ordre de passage est standardisé et se présente sous la forme de différenciatrices sémantiques en 7 points. Les items sont subdivisés en 4 sous échelles :

Qualité pragmatique (QP) : décrit l'utilisabilité du produit et indique à quel point l'utilisateur peut réaliser ses tâches avec celui-ci;

Qualité hédonique-stimulante (QH-S) : indique le degré selon lequel le produit soutient le besoin de stimulation de l'utilisateur;

Qualité hédonique-identité (QH-I) : indique le degré selon lequel le produit permet à l'utilisateur de s'identifier à lui;

Attractivité globale (ATT) : décrit la valeur globale du produit en se basant sur la perception des qualités pragmatiques et hédoniques.

2.4 Évaluation des émotions

Elle permet de connaître les émotions et affects ressentis par l'utilisateur lors de son interaction avec le système. Cette expérience se fait avec des outils verbaux ou non verbaux.

PrEmo (Product Emotion measurement instrument, Desmet, Hekkert et Jacobs, 2000; Desmet, 2003) est un outil d'évaluation non verbale des émotions liées à l'interaction avec un produit. Il sert à mesurer des émotions mixtes et de faibles intensités, caractéristiques de ce qui est ressenti lors de l'interaction avec un système interactif.

Cet outil moderne présentant 12 émotions (six émotions positives et six émotions négatives) sous la forme de personnages animés. Pour chaque personnage présenté, l'utilisateur donne une note en cinq points sur des échelles de Likert en fonction de son ressenti.

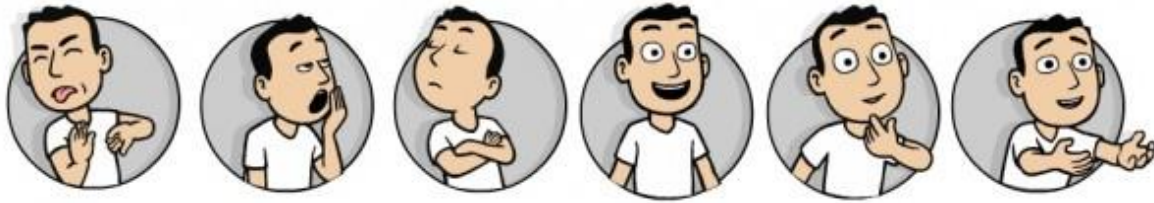


Figure 2.2 Exemples d'émotions représentées par des personnages animés dans PrEmo

On peut également citer la roue des émotions de Genève GEW (Geneva Emotio Wheel), composée de vingt émotions, qui mesure l'état émotionnel. Chaque émotion dispose des cinq degrés d'intensité de taille croissante.

2.5 Évaluation experte

C'est une méthode d'inspection systématique d'une interface par des experts en examinant la qualité du système. Lors de cet exercice, les experts se basent sur leurs propres expériences ou soient sur des lignes directrices servant de support à l'évaluation, soit de listes de contrôle. En fonction des auteurs, les lignes directrices peuvent être des exemples d'heuristiques (Nielsen et Landauer, 1993 ou Arhipainen, 2013) ou des critères selon Park et Hwanlim (1999) ou Bastien et Scapin (1993).

2.6 Test des cinq secondes

Aussi appelé « Quick-Exposure Memory Test ou Rapid Desirability Testing », le test des cinq secondes permet de recueillir la première impression que les utilisateurs se forment spontanément d'un système à l'aide d'un court questionnaire. C'est un processus cognitif, individuel et subjectif complexe.

2.7 Résumé

Ces différents outils sont nécessaires afin de permettre aux experts d'atteindre l'objectif de créer un produit attrayant, captivant, enchantant et inspirant. Le produit utile et facile d'utilisation, permet d'améliorer la vie de l'utilisateur. La liste des outils présentée dans cet essai n'est pas exhaustive. Il en existe à chaque phase du processus de conception d'un produit (planification, exploration, idée, génération et évaluation).

L'objet de cet essai ne couvrant pas les quatre premières phases, les outils cités ici couvrent uniquement l'évaluation du produit. Le prochain chapitre aborde la problématique de cet essai. Il définit la question de recherche, explique l'hypothèse de la recherche et explique les connaissances qui soutiennent le cadre de la recherche.

Chapitre 3

Problématique

Les objets les plus intimes et les plus directement connectés à notre moi sont ceux que nous construisons nous-mêmes. Leur aspect extérieur est moins important que leur capacité à susciter le souvenir de personnes particulières ou d'événements...

Aaron Walter - Design Émotionnel

Tel qu'évoqué dans les chapitres précédents, l'utilité et l'utilisabilité sont les critères que doit satisfaire un site Web ergonomique. En effet, le site Web doit répondre à un besoin susceptible d'intéresser l'utilisateur. Il faut que ce dernier s'y retrouve et le maîtrise facilement. Le design de l'UX va au-delà de ces principes. Les experts de l'UX se proposent de concevoir un système centré sur l'utilisateur et s'intéressent aux aspects émotionnels, hédoniques ou esthétiques nés de l'interaction de l'utilisateur avec le système dans un contexte déterminé.

Il existe de nombreuses définitions de l'UX. Ceci s'explique par son caractère subjectif pour Hassenzahl [20] et par le fait qu'il est associé à un large éventail de concepts flous et dynamiques et est utilisé comme un terme générique regroupant ces divers éléments, selon Roto et coll. [29]. Ces derniers ont d'ailleurs repris une enquête en 2013 [24] afin de faire un état des lieux, après plusieurs années, de l'évolution de la compréhension et de la définition de l'expérience utilisateur.

Les résultats de cette enquête permettent de valider les aspects de l'UX qui font consensus auprès des professionnels. En effet, ceux-ci sont en accord avec le livre blanc sur l'UX [29] qui établit que l'UX serait propre à un individu, influencée par les expériences antérieures et les attentes de ce dernier. Elle serait également enracinée dans un contexte social et culturel. Toutefois, l'enquête note un certain clivage entre le milieu académique et le monde de

l'entreprise d'une part, ainsi qu'entre pays anglo-saxons et francophones. Ces différences peuvent s'expliquer par des différences de niveau de maturité de l'UX et de son usage.

Au-delà de la diversité socioculturelle et des différences d'âge, l'espèce humaine partage en commun sept familles d'émotion (le bonheur, la tristesse, la colère, le dégoût, la peur, la surprise et le mépris) [30]. Ekman [31] propose plutôt six émotions communes à raison de quatre émotions négatives (peur, colère, dégoût et tristesse) et deux émotions positives (joie et intérêt/surprise). Le biologiste moléculaire John Medina dévoile, dans son livre *Brain Rules* [32], la relation scientifique entre les émotions et la mémoire. En effet, « les événements portant une charge émotionnelle persistent beaucoup plus longtemps dans nos mémoires et on peut se les remémorer plus précisément que les souvenirs neutres... »

Le design émotionnel exploite cette capacité de discernement de l'humain à distinguer le bon et le mauvais en utilisant le contraste visuel et cognitif. Non seulement l'utilisation de ces deux types de contraste permet de se démarquer, il influence la façon dont les gens utilisent votre interface [4]. Norman [3] soutient l'hypothèse que « l'aspect émotionnel et affectif du design participe davantage au succès d'un produit que son caractère pratique. » En d'autres termes, le succès d'un produit ou service ne dépend pas uniquement de ses caractéristiques fonctionnelles, il dépend également de sa capacité à susciter l'émotion de la personne qui l'utilise [4].

Diverses études rapportent des corrélations entre la beauté perçue et l'utilisabilité perçue d'un site Web. Selon Hassenzahl et Monk [1], ces études ont des incohérences méthodologiques, car elles rapportent une trop grande variabilité des coefficients observés et se limitent trop souvent à des rapports de corrélation simple. Ces auteurs se proposent donc de réexaminer l'impact de la beauté et esthétisme sur l'utilisabilité perçue d'un système.

Il ressort de cette étude (voir Figure 3.1 ci-dessous) que la qualité hédonique est indépendante de la qualité pragmatique, mais est fortement liée à la beauté. Le lien entre l'utilisabilité et la beauté est indirect et c'est vraisemblablement l'attractivité globale qui est le facteur clef en ayant un effet de halo sur la perception du produit interactif. Elle démontre qu'une interface jugée esthétique était perçue comme plus facile d'utilisation qu'une interface jugée peu esthétique et que l'esthétisme favoriserait une plus grande satisfaction de l'utilisateur envers le système.

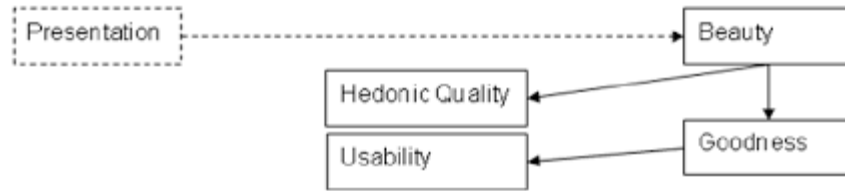


Figure 3.1 Perspective élargie d'inférence de Hassenzahl et Monk [1]

L'étude de cet essai se base sur ces quatre axes et se propose de mener une étude similaire sur des sites Web développés autour des concepts de Design émotionnel [3] [4]. D'où la question de recherche suivante : « **Est-ce que les principes du design émotionnel optimisent l'UX d'un site Web?** » Les quatre aspects de l'UX évalués permettent de valider le lien entre la beauté perçue et les qualités hédoniques des sites testés. Il est attendu donc une forte corrélation entre les qualités hédoniques de l'UX et la beauté des sites Web. Ceci est en accord avec l'hypothèse de l'essai selon laquelle : **la conception d'un site Web par l'approche de design émotionnel augmente l'UX de ce dernier.**

Cet essai a cette conviction, car autant les spécialistes de l'IHM maîtrisent la psychologie, l'utilisabilité, le design d'interaction, les concepts de programmation et les principes fondamentaux du design visuel, les designers d'UX font la même chose [3]. La Figure 3.2 présente le schéma conceptuel de cette étude.

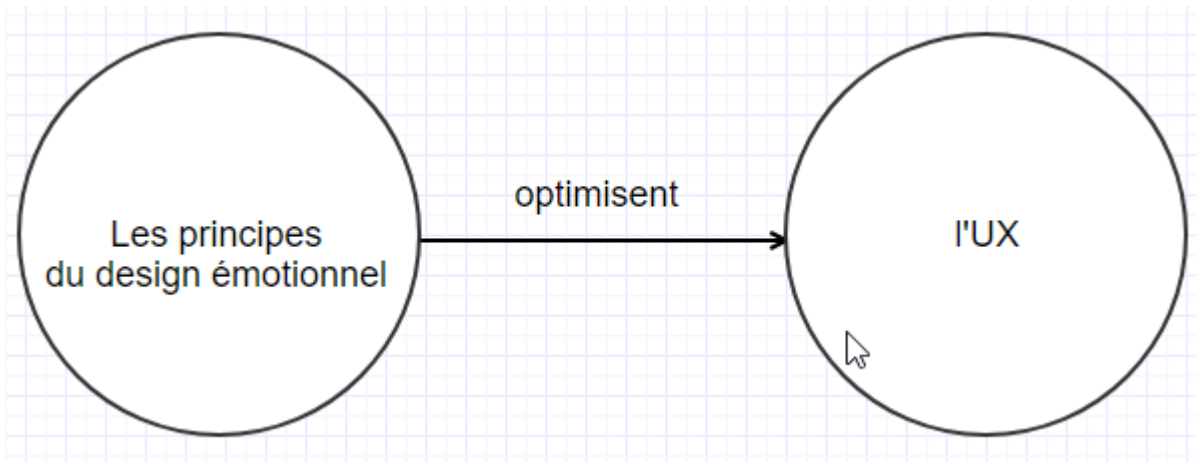


Figure 3.2 Schéma conceptuel de la recherche

Chapitre 4

Approche proposée

Pour s'adapter aux dernières tendances et aux nouvelles attentes de leur clientèle, les applications Web mettent le client au cœur de leur conception des systèmes applicatifs. L'UX devient la discipline incontournable que les grandes entreprises veulent s'approprier. La compagnie américaine Capital One, par exemple, acquiert en 2014 la firme de design UX Adaptive Path [33] pour bénéficier de l'exclusivité de ses talents et de leurs services. D'autres compagnies dans le domaine des finances, pour ne citer que ce domaine, ont procédé de la même façon comme les cabinets d'audit PwC, McKinsey ou la banque BBVA qui achètent respectivement, en 2015, la firme Nealite, LUNAR ou Spring Studio.

Les chapitres précédents révèlent que l'UX, malgré la complexité de sa définition, est globalement ce que ressent le client dans ses interactions avec les applications Web dans un contexte déterminé. Ce ressenti est subjectif, donc propre à chaque client. L'objectif ici est d'élaborer un modèle consensuel pour rendre agréable l'UX à travers un design émotionnel du site Web, un courant de pensée issu de la communauté des experts de l'IHM.

En effet, depuis quelques années, les experts en IHM sont devenus de plus en plus intéressés par l'esthétique et la beauté [3]. L'étude de la beauté est devenue une partie de la recherche de l'expérience utilisateur, une approche de l'IHM. Elle met l'accent sur l'aspect hédonique de l'interaction avec les systèmes en complément de l'approche traditionnelle, principalement orientés vers les tâches [21].

Le choix du design émotionnel réside dans le fait que malgré nos différences sociales culturelles et démographiques, malgré la subjectivité de notre intersection avec un système ou un produit, nous sommes émotifs de la même façon. D'autre part une interface émotionnellement engageante peut avoir le même pouvoir que l'effet esthétique-utilisabilité décrit par Norman [3] comme quoi les choses attrayantes fonctionnent mieux, ou le pouvoir de l'esthétique dans le design émotionnel de Walter [4].

Si la pratique des principes du design émotionnel sur un site Web se révèle être un moyen d'augmenter l'UX des clients, alors il est moins complexe de satisfaire les exigences de la clientèle. Surtout que le métier de l'UX est aujourd'hui victime de son succès selon Lallemand [2] ; trop de demandes et une offre qui peine à rester au fait des meilleures pratiques.

4.1 Description de l'approche

Pour étudier comment les qualités de conception perçues affectent les utilisateurs dans leur interaction avec le site Web, c'est-à-dire les émotions et les attitudes envers l'application, cet essai propose un modèle basé sur les recherches actuelles du domaine du design émotionnel du Web. Cet essai se concentre sur quatre axes similaires à ceux de Hassenzahl et Monk [1] :

- l'utilisabilité, une qualité pragmatique de l'UX qui concentre les activités de conception et d'évaluation autour de la capacité des utilisateurs à accomplir leurs tâches de manière efficace;
- la qualité hédonique, qui met l'accent sur la capacité d'un produit à procurer un certain plaisir (admiration, stimulation, expression du soi);
- la valeur globale « Goodness » du produit dans un contexte donné qui correspond à la qualité perçue de la conception du site par les utilisateurs;
- la beauté / esthétique, perçue visuellement par chaque utilisateur par rapport à son état affectif personnel (émotions, sentiments, motivations, sensations, espoirs).

Les dimensions de l'utilisabilité et la qualité hédonique sont au cœur de la conception de l'IHM. Il est donc normal de les évaluer et d'observer leur influence sur la qualité perçue du produit et l'émotion qui affecte les utilisateurs. L'étude est faite à l'aide de la version française abrégée du questionnaire AttrakDiff 2 [34] (voir Annexe I). Cette version ne comprend que dix items [1], choisis parmi les 28 items de l'échelle, pour leur représentativité. Ainsi, quatre items ont été sélectionnés pour mesurer les aspects pragmatiques (QP2, QP3, QP5, QP6), 4 items pour les aspects hédoniques (QHS2, QHS5, QHI3, QHI4) et deux items pour l'évaluation globale de l'attractivité (ATT2, ATT5). Cette échelle abrégée a été testée et validée lors d'une étude sur quatre échantillons hétérogènes [1]. Enfin, ce questionnaire

abrégé étudie les quatre dimensions de cette étude. Les questions respectent un ordre logique et les biais sont plus facilement évités [35].

Tableau 4.1 Tableau présentant le questionnaire AttrakDiff abrégé [2]

Qualité pragmatique (QP)	
QP_2	Complicé – Simple
QP_3	Pas pratique – Pratique
QP_5	Imprévisible – Prévisible
QP_6	Confus – Clair
Qualité hédonique–identification (QH-I)	
QHI_3	De mauvais goût – De bon goût
QHI_4	Bas de gamme – Haut de gamme
Qualité hédonique–stimulation (QH-S)	
QHS_2	Sans imagination – Créatif
QHS_5	Ennuyeux – Captivant
Attractivité (ATT)	
ATT_2	Laid – Beau
ATT_5	Mauvais – Bon

4.1.1 Les participants

La population concernée est l'ensemble des utilisateurs de sites Web en général et ceux disposant de comptes pour accéder aux sites Web ciblés pour les tests en particulier. L'étude est réalisée auprès d'un échantillon de convenance, car il est sélectionné en fonction des opportunités présentes. Les collègues de formation, les collègues de travail et les amis et bénévoles qui veulent bien répondre aux questionnaires représentent l'échantillon de cet essai. Ce sont des femmes et des hommes, jeunes et adultes, parlant couramment le français, qui sont issus de plusieurs communautés culturelles au Québec.

Le questionnaire a été diffusé en ligne. Afin d'éviter tout biais lié à la compréhension des items, le seul prérequis à la participation était d'être francophone de langue maternelle. Puisque l'UX est vécue de façon individuelle, dans un contexte spécifique, réaliser cette étude en laboratoire risque d'une part de dénaturer l'expérience réelle vécue et, d'autre part, d'augmenter les risques de biais liés à la désirabilité sociale [34].

Pour les moyens de l'étude, la limite minimale de répondants visée se situe aux alentours de 30 participants. Ceci correspond également, dans le milieu académique, à la limite minimale d'un échantillon pour réaliser des statistiques inférentielles dans le domaine de l'UX selon Lallemand et Gronier [2].

4.1.2 Les sites Web évalués

Il s'agit de quatre sites Web dont une moitié est qualifiée de sites Web engageants émotionnellement, étant décrits « beau ou agréable esthétiquement » lors d'une validation par les experts. Les deux autres sites sont qualifiés de « laids ou désagréables esthétiquement », car ils sont non engageants. Cette démarche est similaire à celle de l'étude de Porat et Tractinsky [36] dans laquelle ont été étudiés quatre sites, dont deux du domaine de la vente en ligne de vêtements et deux de la vente de livres. Comme pour cet essai, un site Web de chaque domaine est qualifié comme esthétiquement agréable et l'autre site comme non agréable esthétiquement par un Focus Group.

Les tâches demandées pour documenter l'évaluation des quatre sites Web sont la recherche de location d'appartement en ligne (sites Web « Kangalou » et « Tout Montréal ») et l'estimation du coût de distribution de colis par voie terrestre entre deux points géographiques (sites Web « ExpediBus » et « ICS Courrier »). Il faut noter que même si les différences entre ces sites sont attendues en ce qui concerne leurs dimensions de conception et des émotions qui en découlent, la nature des relations entre les variables du modèle ne devrait pas varier en fonction des sites [36]. Le tableau ci-dessous montre la classification des sites évalués.

Tableau 4.2 Liste des sites Web évalués dans le cadre de cet essai

Agréable esthétiquement	Non agréable esthétiquement
Kangalou (https://www.kangalou.com/fr)	Tout Montréal (https://www.toutmontreal.com/logement-a-louer/)
ExpediBus	ICS Courrier

(<http://www.expedibus.com/fr>)

(<http://www.icscourier.ca/>)

Cette classification d'« agréabilité » est basée sur le livre blanc de Miratech [37], une entreprise d'ergonomie web et de conception centrée utilisateurs.

Kangalou

- les images de la page d'accueil changent à chaque chargement de la page, ce qui donne un côté convivial;
- utilise de grandes images épurées et très invitantes;
- le message ou la question « Vous cherchez un appartement à louer? » prend de la valeur, lorsqu'associée à l'image d'un bel appartement. Il donne l'impression à l'utilisateur que le sien y ressemblera, ce qui est très engageant. Cette page donne les informations sur la façon dont fonctionne le site et aussi le moyen de trouver le sien;
- utilise le « flat design », qui est une tendance graphique actuelle et qui permet d'identifier rapidement les boutons d'actions et les informations importantes;
- la technique du « pied-dans-la-porte » renforce l'aspect de simplicité sur Kangalou. En effet, c'est après que l'utilisateur ait fait sa trouvaille qu'il veut contacter l'annonceur qu'il est invité à créer un compte afin de poursuivre;
- ressemble beaucoup au site Web Airbnb cité dans la littérature comme site conçu avec le design émotionnel; et,
- utilise les règles de la divine proportion qui participent à un sentiment d'harmonie.

Expedibus

- utilise une grande image d'un bus en circulation. On comprend tout de suite que le service de livraison se fait par bus même si le nom de site est expressif;
- la phrase d'accroche de Expedibus est incisive et claire : « le service d'envoi de colis le plus rapide au Québec »;
- utilise le « flat design », qui est une tendance graphique actuelle et qui permet d'identifier rapidement les boutons d'actions et les informations importantes; et,
- utilise les règles de la divine proportion qui participent à un sentiment d'harmonie.

4.2 Mise en œuvre

4.2.1 Le questionnaire AttrakDiff 2 abrégé

Le questionnaire AttrakDiff 2 abrégé est composé de dix items sous forme de différenciatrices sémantiques cotées sur une échelle de Likert à sept points. Ces 10 items composent quatre sous-échelles, chaque sous-échelle étant formée de deux items sauf la première qui en comprend quatre. Les sous-échelles de l'AttrakDiff 2 sont les suivantes : Qualité Pragmatique (QP), Qualité Hédonique–Stimulation (QH-S), Qualité Hédonique–Identification (QH-I) et enfin Attractivité (ATT). Notons que les items ne sont pas regroupés par sous-échelles, mais présentés dans le même ordre que Lallemand et col. [34], la valence de certains items étant par ailleurs alternée pour éviter la tendance à l'acquiescement. Ainsi, le score des items QP_2, QP_3, QP_5, QHI_3, ATT_5 est inversé. Lors des analyses statistiques, ces scores ont été renversés pour que la valence de chaque item aille toujours du négatif au positif. Le tableau ci-dessous présente le score d'un item normal et sa version renversée.

Tableau 4.3 Score d'un item normal et son score renversé

Item normal	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3
Item renversé	+3	+2	+1	0	-1	-2	-3

4.2.2 Les mesures

Nous assignons au hasard à chaque participant une des quatre conditions suivantes : un site de location d'appartement et un site de distribution de colis par voie terrestre ({Kangalou, ExpediBus} {Kangalou, ICS Courrier} {Tout Montréal, ExpediBus} {Tout Montréal, ICS Courrier}).

Les participants reçoivent un courriel avec les instructions. Elles comprennent une brève description des étapes de l'étude et des sites à évaluer. Il s'agit de s'approprier le site et de faire, pour le site de location d'appartement, une recherche d'un appartement d'un type

donné dans une ville donnée. Il faut ensuite faire un choix dans la liste de résultat, lire sa description, parcourir les photos de l'appartement et enfin voir comment communiquer avec l'annonceur. Pour la recherche dans un site de distribution de colis par voie terrestre, il s'agit de faire l'estimation du coût de distribution de colis d'un poids donné, par voie terrestre entre deux points géographiques et de visualiser le résultat.

Après avoir visité chaque site, les participants remplissent le questionnaire AttrakDiff 2 (voir Annexe II), afin d'évaluer leur impression du site en question. L'étude a une durée d'environ cinq minutes par site. Des questions sociodémographiques sont incluses aux questionnaires afin de pouvoir prendre en compte le facteur contextuel de l'UX.

4.3 Les résultats attendus

Toutes les analyses statistiques ont été réalisées à l'aide du logiciel libre R. Les données utilisées ne comportent aucune donnée manquante.

L'étude fait dans un premier temps un test du Khi-deux d'ajustement [38] afin de comparer l'échantillon observé de notre essai à la distribution connue de la population québécoise (distribution théorique) selon le sexe et l'âge. Le but de cette comparaison est de savoir si l'échantillon de cet essai est représentatif de la population selon les deux paramètres sexe et âge.

L'hypothèse nulle (H_0) étant que la distribution observée est identique à la distribution théorique, si le Khi-deux de Pearson observé est inférieur à celui théorique et que la valeur de p est supérieure au niveau de signification alpha ($\alpha = 0,05$), alors on accepte cette hypothèse nulle. C'est-à-dire qu'il n'existe aucun argument permettant d'affirmer que l'échantillon de notre essai présente une structure d'âge et de sexe différente de celle connue dans la population du Québec avec un risque de se tromper de 5 %. Le tableau 4.4 montre une structure d'âge avec le test du Khi-deux d'ajustement.

Tableau 4.4 Structure d'âge sur un échantillon de N sujets / Test du Khi-deux d'ajustement

Sexe	Distribution théorique (%)	Effectifs observés (O_i)	Effectifs théoriques (e_i)
Homme	f_1	O_1	$e_1 = o_1 * f_1\%$

Femme	f_2	O_2	$e_2 = o_2 * f_2\%$
Total	100%	N	N

L'étude vérifie ensuite que les deux groupes de sites Web (« agréable esthétiquement » et « moins agréable esthétiquement ») diffèrent les uns des autres en matière de variables de conception. La figure ci-dessous montre les moyennes et l'écart-type pour les qualités esthétiques classiques, esthétiques expressives et l'utilisabilité de l'étude, de même genre, de Porat et Tractinsky [36] cité plus haut.

Variable	Domain						All ^g
	Books			Apparel			
	LA ^a	HA ^b	Total ^c	LA ^d	HA ^e	Total ^f	
Classical aesthetics							
<i>M</i>	4.26	4.71	4.50	4.65	5.39	4.99	4.74
<i>SD</i>	1.49	1.27	1.40	1.24	1.09	1.23	1.34
Expressive aesthetics							
<i>M</i>	2.85	3.02	2.94	2.99	3.98	3.44	3.19
<i>SD</i>	1.19	1.1	1.14	1.27	1.18	1.32	1.26
Usability							
<i>M</i>	4.59	5.06	4.83	5.17	5.35	5.25	5.04
<i>SD</i>	1.49	1.31	1.42	1.32	1.26	1.29	1.37

Note. Attributes are rated on a 1-to-7 scale (average = 4). LA = Low Aesthetic site; HA = High Aesthetic site.
^a*n* = 157. ^b*n* = 170. ^c*N* = 327. ^d*n* = 178. ^e*n* = 149. ^f*N* = 327. ^g*N* = 654.

Figure 4.1 Évaluation de l'esthétique classique, expressive, et de l'utilisabilité combinée et par domaine de site dans l'étude de Porat et Tractinsky [36]

4.3.1 Analyse de données

Pour ce faire, une moyenne des scores obtenus par dimension est regroupée en fonction de la qualité du site comme l'indique le tableau en annexe VIII.

Dans cet exemple, les variables sont les quatre sites Web « Beau » et « Laid » tandis que les individus sont les dix aspects de l'UX de l'AttrakDiff abrégé dans la première colonne.

Une analyse en composantes principales (ACP) est également appliquée sur la matrice de corrélation afin de tester la structure établie dans notre cadre conceptuel. Il s'agit d'étudier si

des aspects de l'UX sont proches l'un de l'autre (s'ils ont des résultats similaires) ou opposés.

L'ACP s'intéresse à la variabilité entre les aspects de l'UX afin de voir s'il y a des similarités entre les aspects de l'UX. Il s'agit également d'étudier sur quels genres de sites cette ressemblance ou dissemblance est fondée et quelles sont les relations entre les variables. Il s'agit d'analyser les corrélations entre les variables et d'identifier des aspects de l'UX se différenciant fortement des autres.

Pour ce faire, cette étude se base sur la méthode de Kaiser-Guttman qui sert à définir le nombre de composantes principales (axes factoriels) à retenir en tenant compte du fait que dans un ACP normé, la somme des valeurs propres étant égale au nombre de variables, leur moyenne vaut « 1 ». Il est par conséquent considéré qu'un axe est intéressant si sa valeur propre est supérieure à « 1 ».

Le test de sphéricité de Bartlett est par la suite utilisé. Ce test sert à détecter l'existence de relations intéressantes entre les variables de l'UX de cette étude. Formellement, l'hypothèse nulle (H_0) du test de sphéricité de Bartlett correspond à : « toutes les valeurs propres sont identiques, elles sont égales à 1 ». Donc la corrélation est faible ou nulle entre les indicateurs. Si l'on rejette H_0 , on sait qu'il existe au moins un facteur pertinent dans l'ACP sans toutefois ne pas pouvoir spécifier leur nombre. Il est donc opportun de rechercher des composantes avec l'indice Kaiser-Meyer-Olkin (KMO).

Le KMO mesure l'adéquation de l'échantillon. Il indique jusqu'à quel point l'ensemble de variables retenu est cohérent et permet de constituer une ou des mesures adéquates. Un KMO élevé (c'est-à-dire supérieur à 0.6) [39] indique qu'il existe une solution factorielle statistiquement acceptable qui représente les relations entre les variables. Le KMO reflète le rapport entre d'une part les corrélations entre les variables et d'autre part, les corrélations partielles, celles-ci reflétant l'unicité de l'apport de chaque variable.

Une fois le nombre d'axes retenu, une rotation VARIMAX est effectuée afin de faire pivoter les axes de manière à maximiser la corrélation de chaque indicateur avec une des dimensions de l'UX mesurée. Enfin, il est observé les niveaux de saturation qui correspondent aux corrélations des variables avec les axes, donc dans notre cas des indicateurs de l'UX avec les deux types de sites Web.

4.3.2 Les procédés

Afin de valider la forte dépendance entre les qualités hédoniques et la beauté des sites Web de design émotionnel, les indicateurs de l'UX font l'objet d'analyses factorielles exploratoires en ACP d'après la matrice de corrélation. En considérant la méthode de Kaiser-Guttman, une dimension est pertinente si sa valeur propre est supérieure à 1. Le critère d'ajustement de la structure factorielle retenue est la rotation selon la méthode VARIMAX. Les indicateurs retenus sont ceux qui ont affiché un niveau de saturation égal ou supérieur à 0.5.

Afin de mesurer l'adéquation de la solution factorielle, il est utilisé le test de sphéricité de Bartlett. Ce test est espéré à un niveau de signification strictement inférieur à 0.05, de même que l'indice d'adéquation KMO, qui doit nécessairement être au minimum à 0.50. Afin de mesurer le niveau de cohérence interne des construits, le calcul des α de Cronbach est effectué. Cet indice doit au moins être égal à 0.6 pour des mesures exploratoires selon Hair et col. [40].

Dans le chapitre suivant, une analyse des résultats obtenus est faite grâce aux différents calculs statistiques sur les données obtenues afin de tenter de confirmer ou d'infirmer l'hypothèse de cet essai. La figure 4.3 suivante représente le coefficient de corrélation « livre/vêtement » entre les variables de l'étude de Porat et Tractinsky [36] avec $p < .001$ excepté la .14* où $p < .05$.

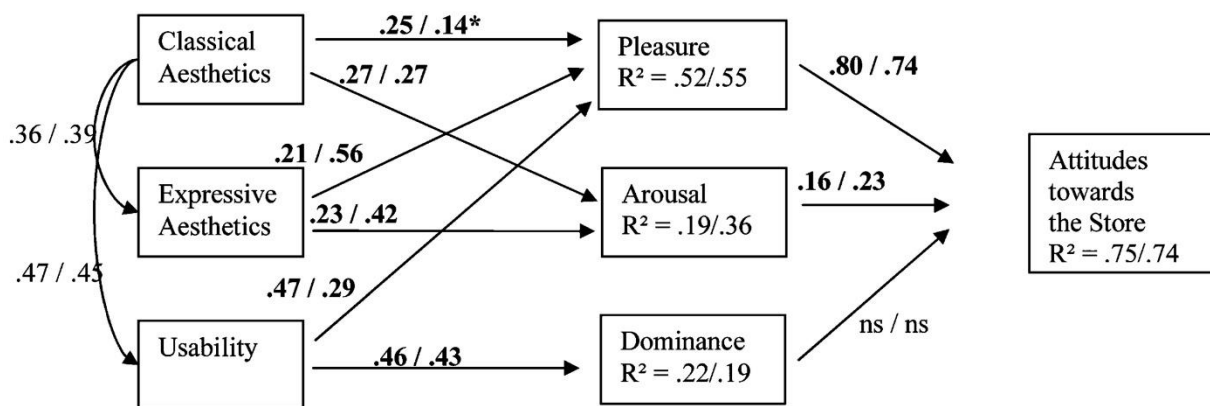


Figure 4.2 Coefficient de corrélation livre/vêtement [36]

Cette étude confirme entre autres que l'esthétique expressive est associée à des niveaux élevés de plaisir et de l'excitation de même que les sites perçus par les utilisateurs comme plus utilisables augmenteront les sentiments de domination et des niveaux plus élevés de plaisir. Le plaisir contribuant de manière significative à de bonnes intentions envers le magasin.

Enfin pour les boutiques de livres, l'utilisabilité $0.47/0.29$ aura un impact plus important alors que pour les boutiques de vêtements la beauté expressive $0.23/0.42$ aura plus d'influence sur le plaisir et donc sur la réponse finale d'attraction. L'achat d'un livre ayant, sans doute, un caractère plus fonctionnel que l'achat d'un vêtement qui peut avoir un rôle social et émotionnel.

Chapitre 5

Analyse des résultats et interprétations

Dans le chapitre précédent, nous avons proposé une approche afin de répondre à notre problématique énoncée au chapitre 3. Ce nouveau chapitre présente les résultats qui permettent de confirmer ou d'infirmer l'hypothèse de recherche qui a été stipulée comme suit : « **Est-ce que les principes du design émotionnel optimisent l'UX d'un site Web?** »

Pour ce faire, 55 personnes ont été sollicitées par courriel afin de répondre à notre sondage. Chaque personne devant répondre à deux questionnaires pour deux sites différents tel qu'expliqué au chapitre précédent.

Ce chapitre fait d'abord une analyse préliminaire afin de valider que la source de données collectées se prête à une analyse approfondie. Une analyse des composantes principales est ensuite effectuée. L'interprétation des résultats de cette analyse permettra de confirmer ou non l'hypothèse de cet essai.

5.1 Analyse préliminaire

5.1.1 Source des données

Les données de notre enquête figurent à l'annexe V et comportent 13 variables. Les dix premières variables sont QP_2, QP_3, QP_5, QP_6 pour les aspects pragmatiques, QHS_2, QHS_5, QHI_3, QHI_4 pour les aspects hédoniques (Stimulation et Indentification), ATT_2 pour la beauté et ATT_5 pour l'évaluation globale de l'attractivité de l'UX du site Web évalué. Ces dix variables ont été mesurées sur une échelle dite de Likert à sept niveaux (1 à 7) qui permettent de mesurer l'intensité de la qualité choisie d'un produit. Pour la suite de cette analyse, les scores des variables QP_2, QP_3, QP_2, QP_3 et ATT_5 ont été inversés afin que tous les scores aillent dans le même sens (plus la note de l'individu questionné se

rapproche de 7, plus il juge que le site à une bonne cote). Par exemple, pour QP_2 qui représente la paire contrastée « Complicqué-Simple », plus la note de l'individu questionné se rapproche de 7, plus il juge que le produit est plus simple à utiliser que complicqué.

Les trois variables suivantes sont le SEXE (Homme ou Femme), Âge (la tranche d'Âge à laquelle appartient l'individu) et enfin SITE, pour le site Web pour lequel l'individu a répondu (« Expedibus », « ICS Courrier », « Kangalou », « Tout Montréal »).

Les réponses obtenues permettent d'avoir 21 données par site Web. Le tableau suivant donne la distribution de fréquence de chacune des variables. Pour les variables qualitatives (SEXE, AGE, SITE), seuls les effectifs de chaque modalité sont présentés alors que pour les variables quantitatives sont affichés le minimum, le 1^{er} quartile, la médiane, la moyenne, le 3^e quartile, le maximum.

Tableau 5.1 Sommaire des données du sondage de l'essai

```
> summary(enquete)
      qp_2      qp_3      qp_5      qp_6      qhs_5
Min.   :1.000  Min.   :1.00  Min.   :1.000  Min.   :1.00  Min.   :1.000
1st Qu.:4.000  1st Qu.:3.75  1st Qu.:4.000  1st Qu.:3.00  1st Qu.:3.000
Median :6.000  Median :5.00  Median :5.000  Median :5.00  Median :4.000
Mean   :5.119  Mean   :4.94  Mean   :4.655  Mean   :4.81  Mean   :4.202
3rd Qu.:7.000  3rd Qu.:7.00  3rd Qu.:6.000  3rd Qu.:7.00  3rd Qu.:6.000
Max.   :7.000  Max.   :7.00  Max.   :7.000  Max.   :7.00  Max.   :7.000

      qhs_2      qhi_3      qhi_4      att_2
Min.   :1.000  Min.   :1.000  Min.   :1.000  Min.   :1.000
1st Qu.:2.000  1st Qu.:3.000  1st Qu.:3.000  1st Qu.:3.000
Median :5.000  Median :4.000  Median :4.000  Median :5.000
Mean   :4.238  Mean   :4.429  Mean   :4.226  Mean   :4.512
3rd Qu.:5.250  3rd Qu.:6.000  3rd Qu.:6.000  3rd Qu.:6.000
Max.   :7.000  Max.   :7.000  Max.   :7.000  Max.   :7.000

      att_5      sexe      age      Site
Min.   :1.000  Un homme :47  Entre 40 et 44 ans:27  Expedibus   :21
1st Qu.:3.000  Une femme:37  Entre 35 et 39 ans:17  ICSCourrier :21
Median :5.000                                     Kangalou    :21
Mean   :4.631                                     ToutMontreal:21
3rd Qu.:6.000
Max.   :7.000
                                     Plus de 54 ans : 4
                                     (Other)       : 3
```

5.1.2 Test du Khi-deux d'ajustement

L'échantillon final observé est N=84 soit 37 femmes et 47 hommes. Les pourcentages Femme et Homme de l'échantillon ainsi que celles du Québec sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 5.2 Répartition selon leur sexe des sujets de l'échantillon final N=79

Sexe	Distribution* théorique (%)	Effectifs observés	Effectifs théoriques
Homme	49,7	47	84 * 49.7 % = 41.75
Femme	50,3	37	84 * 50.3 % = 42.25
Total	100	84	84

* Estimations de la population, selon le sexe au 1er juillet 2017 au Québec [41]

Pour un risque $\alpha=0.05$ (c.-à-d. $(1-\alpha) = 0.95$), la valeur du quantile de la loi du Khi-deux pour 1 degré de liberté (ddl = 2-1) est égale à 3.841.

La valeur de Khi-deux observée est 1,31 comme le montre le tableau ci-dessous. Elle est inférieure à la valeur théorique (3.841). De plus, elle a un niveau de signification bien supérieur à 0.05. Donc, l'hypothèse nulle est conservée. Nous n'avons aucun argument permettant d'affirmer que l'échantillon de notre essai présente une structure de répartition selon le sexe différente de celle connue dans la population du Québec.

Tableau 5.3 Calcul du Khi-deux d'ajustement selon le sexe

```
> #fonction de calcul du khi-deux d'ajustement
> calculkhi2 <- fonction (observe) sum((observe-attendu)^2/attendu)
> # effectifs observés
> observe <-c(47,37)
> # effectifs théorique
> attendu <- c(41.75, 42.25)
> # Réalisation du test de khi-deux
> calculkhi2(observe)
[1] 1.312547
>
```

En ce qui concerne l'âge, le tableau 5.4 montre la répartition selon notre échantillon et celle théorique.

Tableau 5.4 Répartition selon l'âge des sujets de l'échantillon final N=79

Âge	Distribution* théorique (%)	Effectifs observés	Effectifs théoriques
20 à 24 ans	11,48 %	1	84 * 11,48 % = 9,65
25 à 29 ans	12,30 %	11	84 * 12,30 % = 10,34
30 à 34 ans	12,11 %	11	84 * 12,11 % = 10,17
35 à 39 ans	13,07 %	17	84 * 13,07 % = 10,98
40 à 44 ans	12,00 %	27	84 * 12,00 % = 10,08
45 à 49 ans	11,64 %	11	84 * 11,64 % = 9,78
50 à 54 ans	13,34 %	2	84 * 13,34 % = 11,21
55 à 59 ans	14,05 %	4	84 * 14,05 % = 11,80
Total	100	84	84

* Estimations de la population, selon l'Âge au 1er juillet 2017 au Québec [41]

La valeur de test du Khi observée (52) est largement supérieure à la valeur théorique (14,067) pour un risque $\alpha=0.05$ (c.-à-d. $(1-\alpha) = 0.95$), à un degré de liberté (ddl = 8-1). L'hypothèse nulle est rejetée, la répartition de notre échantillon par âge ne permet pas de la généraliser à la population québécoise. La figure 5.1 montre le calcul du test du Khi-deux d'ajustement avec R.

```
> # effectifs observés
> observe <-c(1, 11, 11, 17, 27, 11, 2, 4)
> # effectifs théorique
> attendu <- c(9.65, 10.34, 10.17, 10.98, 10.08, 9.78, 11.21, 11.80)
> # Réalisation du test de khi-deux
> calculkhi2(observe)
[1] 52.44045
```

Figure 5.1 Test du Khi-deux d'ajustement

5.1.3 Corrélations linéaires entre les variables

Ci-dessous le tableau croisé dynamique de notre analyse, représentant le score moyen par site de notre étude.

Tableau 5.5 Données d'évaluation des sites Web étudiés

	ExpediBus	Kangalou	ICSCourrier	ToutMontreal	description
QP_2	5.904762	5.666667	3.619048	5.285714	Complicé - Simple
QP_3	5.714286	5.571429	3.523810	4.952381	Pas pratique - Pratique
QP_5	5.333333	4.952381	3.761905	4.571429	Imprévisible - Prévisible
QP_6	5.571429	5.571429	3.714286	4.380952	Confus-Clair
QHS_2	5.238095	4.857143	3.666667	3.190476	Sans imagination - Créatif
QHS_5	5.000000	4.857143	3.619048	3.333333	Ennuyeux - Captivant
QHI_3	5.380952	5.238095	3.142857	3.952381	De mauvais goût - De bon goût
QHI_4	5.238095	4.714286	3.523810	3.428571	Bas de gamme - Haut de gamme
ATT_2	5.666667	5.333333	3.571429	3.476190	Laid - Beau
ATT_5	5.714286	5.476190	3.142857	4.190476	Mauvais - Bon

La matrice de corrélation du tableau 5.6, nous montre que presque tous les coefficients sont au-delà de 0.40 ce qui est un bon coefficient selon les balises de Cohen [42]. Certaines corrélations sont cependant plus fortes que d'autres.

En effet « Kangalou » et « Expedibus » sont très fortement corrélés (0.91). Ces deux sites sont qualifiés de « Beau ». On note également un bon coefficient entre « Tout Montréal » et les deux sites précédents (entre 0.73 et 0.74) et enfin une corrélation moyenne entre « Tout Montréal » et « ICS Courrier » (0.49). Ces coefficients nous rassurent dans un premier temps en ce qui concerne la présence d'un certain inter corrélation entre ces variables.

Tableau 5.6 Matrice de corrélation intersites de Pearson

```
> # Matrice de corrélation
> R <- cor(resultats[,1:4])
> R
      ExpediBus  Kangalou ICSCourrier ToutMontreal
ExpediBus  1.0000000  0.9056460 -0.1816282  0.7253844
Kangalou   0.9056460  1.0000000 -0.2034482  0.7414027
ICSCourrier -0.1816282 -0.2034482  1.0000000  0.0487758
ToutMontreal 0.7253844  0.7414027  0.0487758  1.0000000
> |
```

5.1.4 Mesure de l'adéquation de l'échantillonnage (KMO)

Le tableau suivant montre le résultat du calcul de l'indice de. L'indice de KMO donne un aperçu global de la qualité des corrélations intervariables. Il est de 0.7 ce qui peut être qualifié de bonne [43]. Nous considérons donc que les corrélations entre les sites sont de bonne qualité.

Tableau 5.7 Mesure de l'adéquation de l'échantillonnage (KMO)

```
> KMO(R)
Kaiser-Meyer-Olkin factor adequacy
Call: KMO(r = R)
Overall MSA = 0.69
MSA for each item =
      ExpediBus  Kangalou  ICSCourrier  ToutMontreal
      0.68         0.66         0.37         0.82
```

5.1.5 Test de sphéricité de Bartlett

Le test de sphéricité de Bartlett indique si la matrice de corrélation est une matrice identité à l'intérieur de laquelle toutes les corrélations sont égales à zéro. Le résultat de ce test (Tableau 5.8) est significatif ($p=0.005 < 0.05$).

Nous pouvons donc rejeter l'hypothèse nulle voulant que nos données proviennent d'une population pour laquelle la matrice serait une matrice d'identité. Au moins l'une des variables est différente de l'autre. Nous pouvons donc poursuivre l'analyse.

Tableau 5.8 Test de sphéricité de Bartlett

```
> corstest.bartlett(R,n=nrow(resultats[,1:4]))
$chisq
[1] 18.39797

$p.value
[1] 0.005310921

$df
[1] 6
```

5.2 Analyse en composantes principales (ACP) sans rotation et interprétation

L'ACP s'intéresse à la variabilité entre les aspects de l'UX afin de voir s'il y a des similarités entre ses aspects. Il s'agit pour notre part des aspects pragmatiques (QP_2, QP_3, QP_5, QP_6), hédoniques (QHI_3, QHI_4, QHS_2, QHS_5), la Beauté et la Valeur globale des sites Web étudiées dans cet essai. L'ACP étudie également sur quels genres de sites cette ressemblance ou dissemblance est fondée et quelles sont les relations entre ces sites.

Quelques paquetages du logiciel libre R, en l'occurrence « FactorMineR » permettent d'effectuer l'ACP de notre étude, il fournit le graphe des individus et le graphe des variables ainsi que le résumé des sorties numériques.

5.2.1 Valeurs propres et choix des axes

La détermination du nombre de facteurs (axes) retenu pour notre essai repose sur la règle de Kaiser-Guttman qui stipule que le nombre de facteurs à retenir est égal au nombre de valeurs-propres plus grandes que « 1 ». Nous considérons par conséquent que les deux premiers axes principaux d'après le Tableau 5.9 et Tableau 5.10 ci-dessous. Ces deux axes à eux seuls expliquent 91 % de la variance totale.

Tableau 5.9 Variance totale expliquée

```
> #valeurs propres / Variances
> eig.val <- get_eigenvalue(res.pca)
> eig.val
  eigenvalue variance.percent cumulative.variance.percent
Dim.1  2.60993567         65.248392          65.24839
Dim.2  1.02543443         25.635861          90.88425
Dim.3  0.27139718          6.784929          97.66918
Dim.4  0.09323272          2.330818         100.00000
> |
```

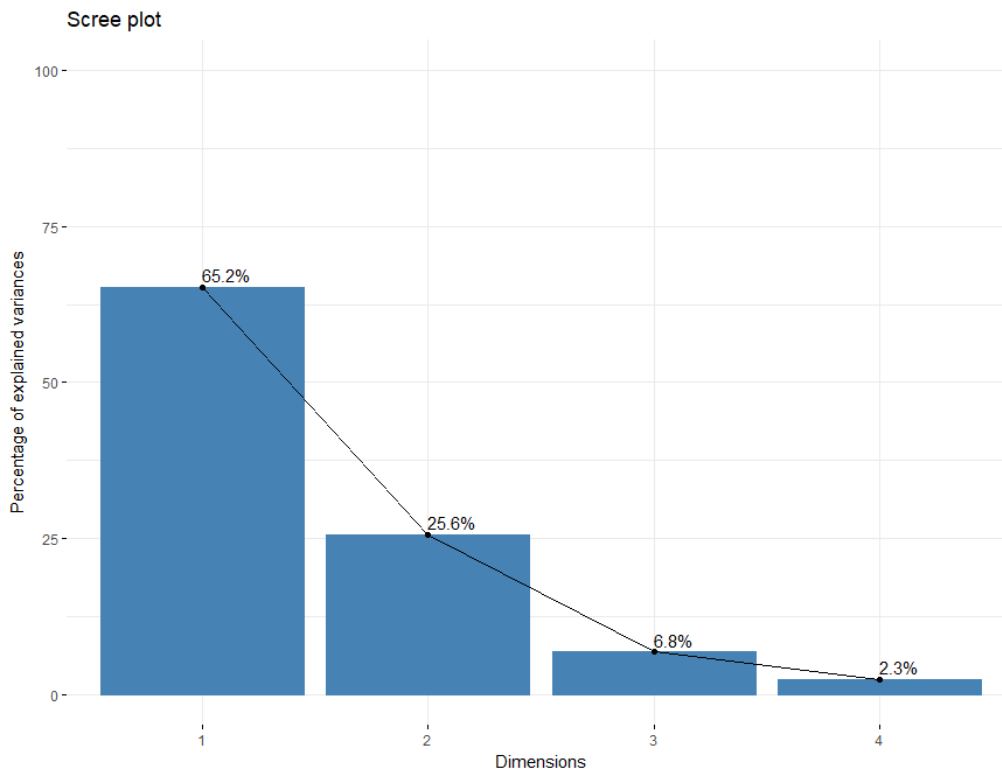


Figure 5.2 Graphique des valeurs propres

5.2.2 Interprétation des axes factoriels des variables

Nous notons une bonne qualité de représentation des variables « Kangalou », « Expedibus », « ICS Courrier » comme le montre les deux figures suivantes des contributions des variables.

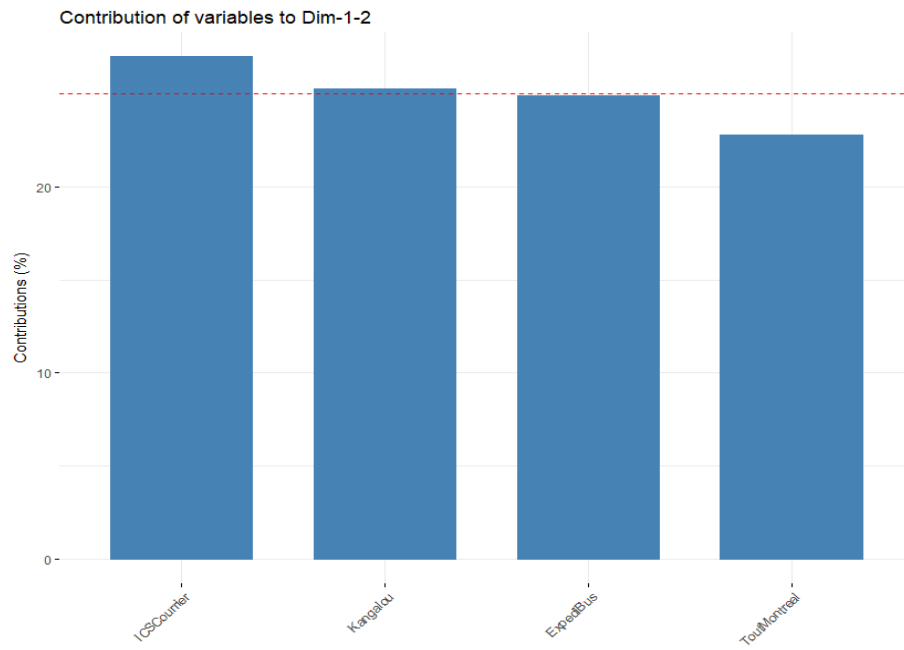


Figure 5.3 Contributions des variables au plan factoriel (1, 2)

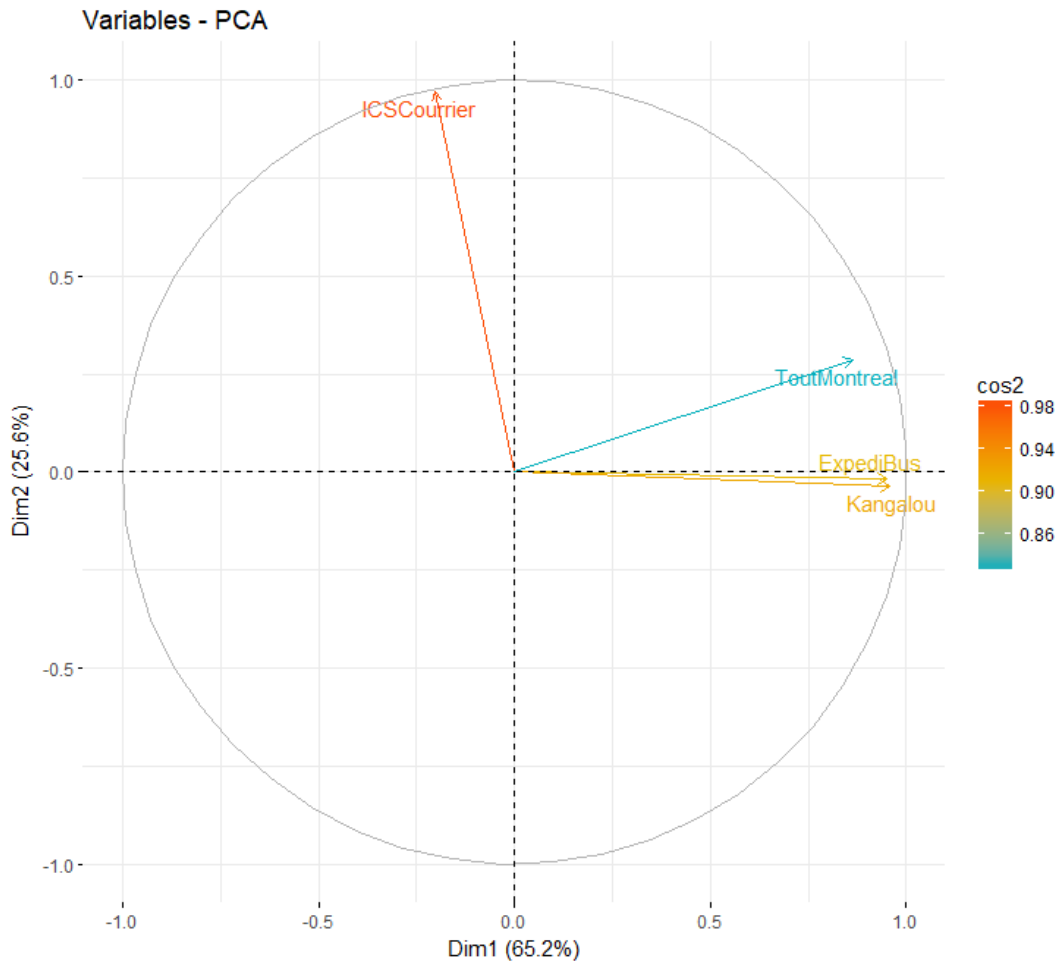


Figure 5.4 Projection des variables sur le plan factoriel (1, 2)

Ces trois sites sont les plus contributifs aux deux premières composantes principales et sont toutes proches du cercle de corrélation. Par contre, « Kangalou » et « Expedibus » s’opposent à « ICS Courrier ». Cette opposition rappelle celle entre les sites qualifiés de « Beau » et « Laid ».

Au regard du tableau 5.10 ci-dessous des contributions aux composantes principales, les variables « Kangalou » et « Expedibus » contribuent à la première composante principale tandis que « ICS Courrier » contribue à la deuxième composante principale. Le premier axe est donc relatif au site qualifié de « Beau » et le deuxième axe est celui relatif au site qualifié de « Laid ».

Tableau 5.10 Contributions aux composantes principales

```
> # Contributions aux composantes principales
> head(var$contrib)
      Dim.1      Dim.2      Dim.3      Dim.4
ExpediBus 34.658779  0.03260759 19.198443 46.11017022
Kangalou  35.189494  0.12693990 11.208130 53.47543571
ICSCourrier 1.567081 91.78965930  6.546602  0.09665689
ToutMontreal 28.584645 8.05079321 63.046824  0.31773718
```

5.2.3 Interprétation des axes factoriels des individus

La figure 5.5 ci-dessous de la contribution des individus à la première composante principale montre une forte contribution de QP_2, QP_3, QHS_5, QHS_2, et QHI_4. La contribution à la deuxième composante principale est présentée par la figure 5.6. Cette dernière montre la contribution de QHI_3 et ATT_5 et QP_5.

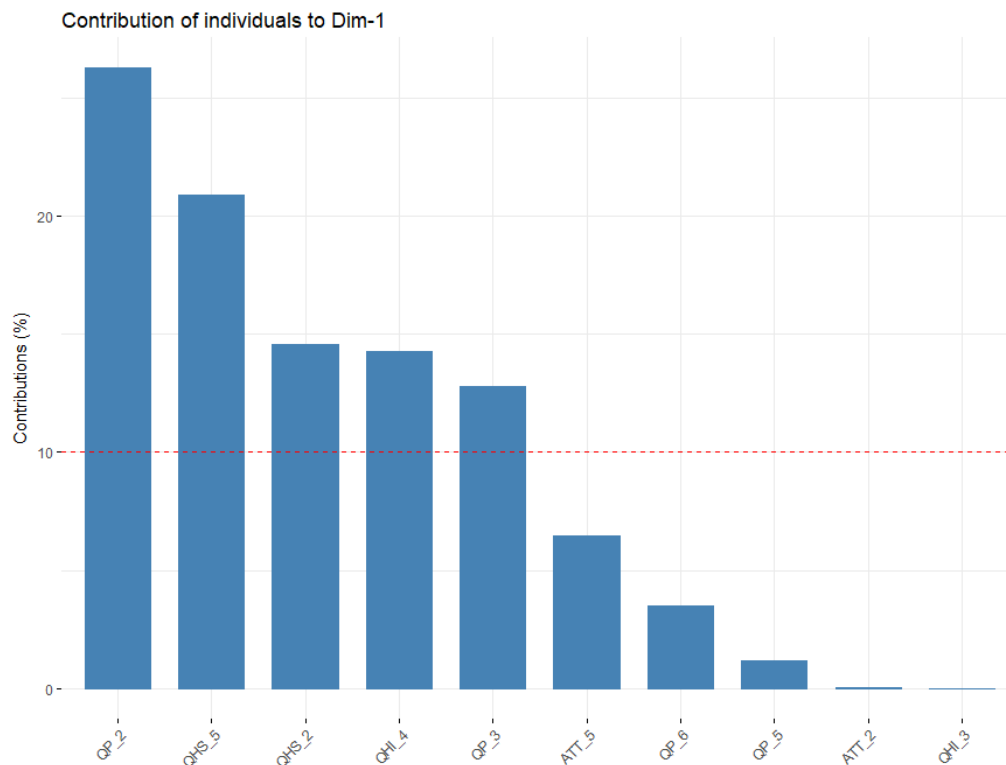


Figure 5.5 Contribution des individus au plan factoriel 1

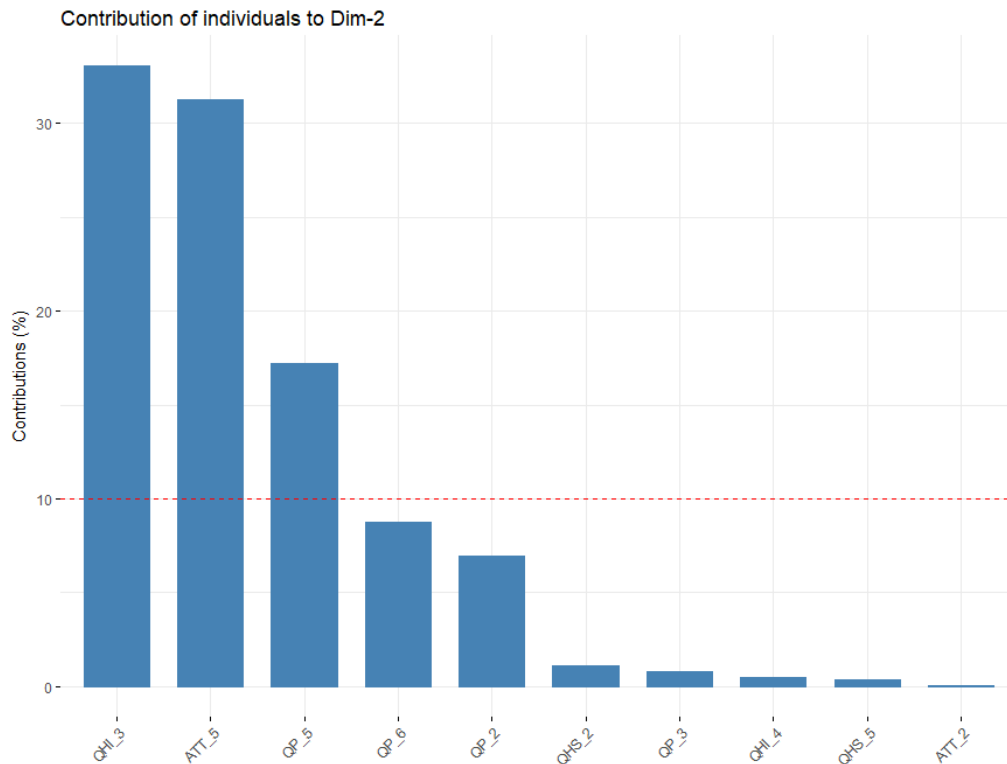


Figure 5.6 Contribution des individus au plan factoriel 2

En réalité, ces individus sur les axes 1 et 2 s'opposent. En effet, d'après le tableau ci-dessous, QP_2 et QP_3 s'opposent aux individus QHS_2, QH_5 et QHI_4 sur la première composante principale tandis que QP_5 s'oppose à QHI_3 et ATT_5 sur la deuxième composante principale. Cette opposition des individus peut être également perçue à la figure 5.10.

Tableau 5.11 Coordonnées des individus sur les axes factoriels

```
> # Coordonnées des individus
> head(ind$coord ,10)
      Dim.1      Dim.2      Dim.3      Dim.4
QP_2  2.61893448  0.84473127 -0.13892220 -0.20680733
QP_3  1.82787965  0.28678683 -0.27997470  0.08241464
QP_5 -0.55338977  1.32919962 -0.78940347 -0.23607343
QP_6  0.95184813  0.94672410  0.38310067  0.52164150
QHS_2 -1.95019915  0.33182058  0.43761511 -0.10319435
QHS_5 -2.33529240  0.18536570 -0.17776380  0.48378809
QHI_3 -0.04663007 -1.84130303 -0.47825899  0.22555032
QHI_4 -1.93159279 -0.21937030 -0.15849245 -0.45704972
ATT_2  0.12140354 -0.07310621  1.16976870 -0.18922461
ATT_5  1.29703837 -1.79084855  0.03233113 -0.12104511
```

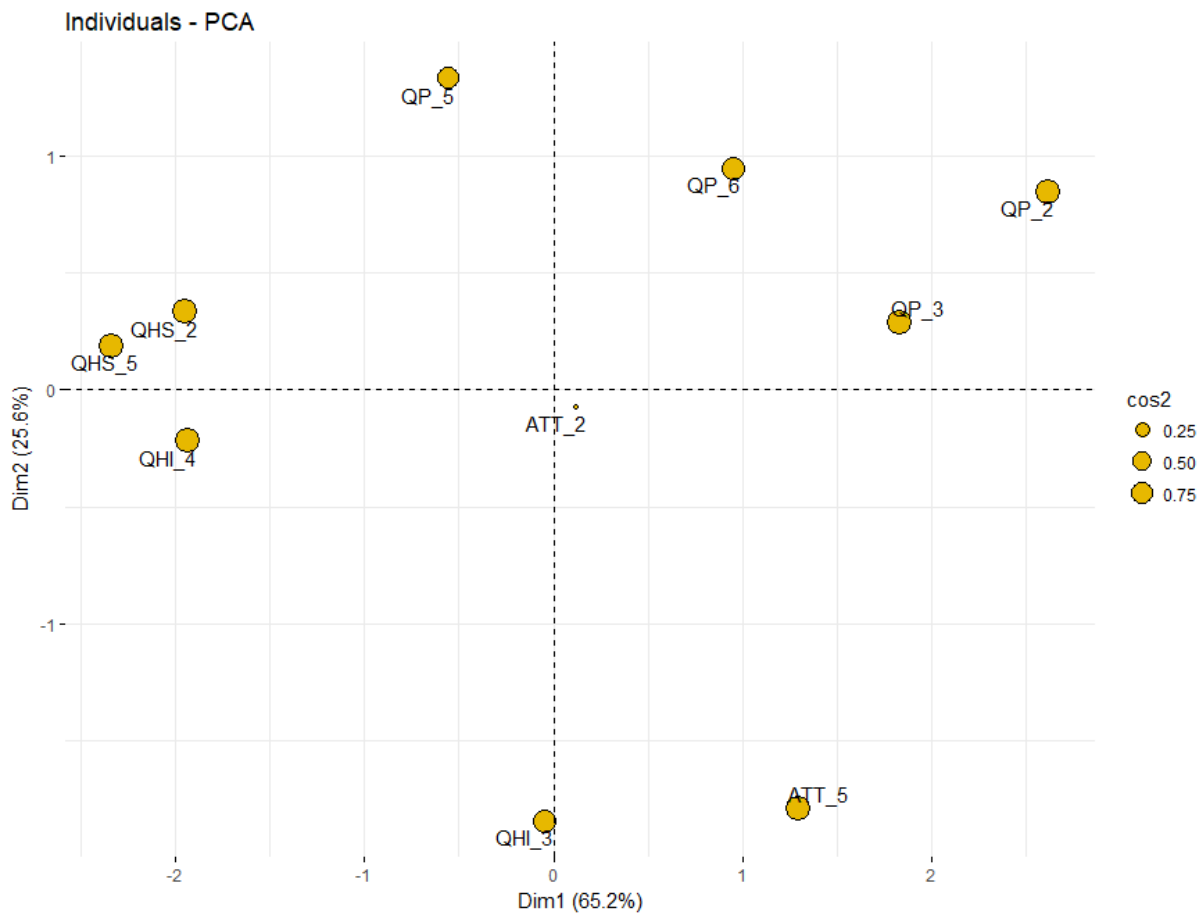


Figure 5.7 Projection des individus sur le plan factoriel (1, 2)

Le premier axe est relatif à la qualité pragmatique (QP_2, QP_3) et hédonique (QHS_2, QHS_5, QHI_4), mais qu'elles sont en opposition. La deuxième composante principale est relative à la qualité pragmatique QP_5, à la qualité hédonique QHI_3, et la valeur globale ATT_5. Sur ce deuxième axe, la qualité pragmatique s'oppose à la qualité hédonique et aussi la valeur globale. Cette dernière et la qualité hédonique QP_5 vont dans le même sens.

L'axe factoriel des individus montre que la qualité pragmatique (QP_2 - Complicé – Simple, QP_3 - Pas pratique – Pratique, QP_5 - Imprévisible – Prévisible) s'oppose à la qualité hédonique (QHS_2 - Sans imagination – Créatif, QHS_5 - Ennuyeux – Captivant, QHI_3 - De mauvais goût – De bon goût, QHI_4 - Bas de gamme – Haut de gamme) et à la valeur globale ATT_5 - Mauvais – Bon des sites Web étudiés. La contribution des individus QP_6,

et ATT_2 étant négligeable sur les deux premières composantes principales, aucune conclusion ne pourrait être tirée sur ces deux individus.

Cet essai révèle que la qualité hédonique et pragmatique des sites étudiés est donc indépendante, mais que la qualité hédonique et la valeur globale sont liées. Un bon site Web serait donc un site de bon goût, haut de gamme, créatif et captivant.

5.2.4 Rotation VARIMAX

La rotation des facteurs consiste à faire pivoter virtuellement les axes des facteurs autour du point d'origine dans le but de redistribuer plus équitablement la variance à expliquer. La solution factorielle alors obtenue est plus simple à interpréter et est théoriquement plus pertinente que la solution sans rotation [43].

Les résultats de cette rotation se trouvent en annexe. Ils ne donnent pas de nouvelles informations. En effet, les valeurs propres, après la rotation VARIMAX, de notre étude sont identiques à celles sans rotation. La quantité d'information traduite sur les deux premiers axes reste la même soit 91 % de la variance totale. Les individus et variables contribuant aux deux premiers plans factoriels restent également inchangés.

Conclusion

Le présent essai avait pour objectif de répondre à la question de recherche : « Est-ce que les principes du design émotionnel optimisent l'UX d'un site Web? »

Pour répondre à cette problématique, nous avons tout d'abord tenté de comprendre le concept du design émotionnel dans le monde des sites Web. Il en découle que les réactions émotionnelles résultent de la perception des aspects pragmatiques et hédoniques. Ses indicateurs se basent uniquement sur l'esthétique et l'utilisabilité du produit.

Une revue de littérature a ensuite permis de répertorier les différentes méthodes de mesures de l'UX et ses différents outils d'évaluation. Pour les besoins de ce présent essai, il a été choisi une méthode très connue des échelles de l'UX qu'est le questionnaire AttrakDiff, dans sa version abrégée.

Deux sites Web jugés « Beau » et deux autres jugés « Laid » selon une classification d'« agréabilité » basée sur le livre blanc de Miratech [37] ont été choisis et soumis à notre questionnaire AttrakDiff dans une enquête en ligne. 55 personnes choisies au hasard et selon les opportunités présentes ont été sollicitées afin de répondre aux sondages. Chaque personne devant répondre à deux sites Web distincts.

L'approche d'analyse souhaitée pour ce présent essai était l'analyse en composantes principales (ACP). Ce choix d'analyse a permis de comprendre la structure d'ensemble des variables de notre questionnaire AttrakDiff et de déceler les liaisons pouvant exister entre ces variables pour confirmer ou infirmer notre hypothèse de départ. Notre démarche d'analyse de l'ACP s'est basée sur la procédure par étapes de Hair et col. [40]

Nous avons obtenu 84 réponses à ce sondage à raison de 21 réponses par site Web. Ces réponses proviennent de 37 femmes et 47 hommes. Ce nombre répond à la recommandation de Hair et col. [40] qui préconise un ratio de 10 sujets par variable insérée dans un ACP. Une première analyse de résultat montre que cette répartition est représentative à l'échelle du Québec, mais que la répartition selon le sexe des individus ne l'est pas.

Le calcul de l'indice de KMO a révélé une bonne qualité des corrélations entre les quatre sites Web à savoir « Kangalou », « ExpediBus », « ICS Courrier » et « Tout Montréal ». Il en était de même pour le test de sphéricité de Bartlett qui a validé que toutes les variables de cet essai étaient parfaitement indépendantes les unes des autres.

Pour finir, nous avons effectué un ACP sur notre source de données. Les résultats de l'analyse des variables montrent que les sites « Kangalou » et « ExpediBus », que nous avons qualifiés de « Beau », étaient fortement corrélés positivement et évoluaient dans le même sens, c'est-à-dire que les répondants donnaient les mêmes appréciations à ces deux sites.

Le site Web « ICSCourrier », qualifié de « Laid ou Mauvais esthétiquement », est aussi fortement corrélé avec « Kangalou » et « Expedibus », mais négativement, c'est-à-dire que « ICS Courrier » est discrédité lorsque « Kangalou » et « Expedibus » sont appréciés.

Alors que nous avons aussi qualifié « Tout Montréal » de « Laid », cette analyse n'a pas confirmé cette tendance et ce site ne contribuait même pas aux deux premiers axes factoriels choisis selon les critères de Kaiser et Guttman.

Pour ce qui concerne les aspects de l'UX (QP_2, QP_3, QP_5, QP_6, QHS_2, QHS_5, QHI_3, QHI_4, ATT_2 et ATT_5) étudiés à travers le questionnaire AttrakDiff abrégé, l'individu QP_6 qui représente l'aspect pragmatique « Clarté » et ATT_2 qui représente la « Beauté » n'ont pas pu être interprétés, car ils ne contribuaient pas également aux deux premiers axes factoriels, toujours selon les critères de Kaiser et Guttman. La rotation VARIMAX n'a pas donné plus d'information à ce sujet.

Néanmoins, cette étude révèle que la qualité hédonique et pragmatique, hormis « QP_6 - Confus-Clair », des sites étudiés est donc indépendante, mais que la qualité hédonique et la valeur globale sont liées. Cela signifie donc pour cet essai que plus les gens trouvent un site Web stimulant, plus il leur permet d'exprimer leur identité et d'évoquer des souvenirs, plus ces personnes diront qu'il s'agit d'un bon site Web. Ce caractère « Bon » rappelons le, participe à l'attractivité globale qui est le facteur clef en ayant un effet de halo sur la perception du site Web [1].

L'analyse de cet essai n'infirmé donc pas pour autant notre hypothèse. Cependant, la « Beauté » n'ayant pas pu être interprétée, le rôle de l'attractivité globale ne peut pas suffisamment être argumenté. C'est pourquoi, une analyse plus poussée mérite d'être envisagée. En effet, même si pour cet essai nous avons affirmé qu'un nombre de 30 répondants est suffisant en milieu académique d'après Lallemand et Gronier [2], d'autres études suggèrent plutôt un échantillon de 100 sujets dans un ACP pour assurer une puissance statistique minimale.

Le choix de « Tout Montréal » comme site « Laid » n'a par ailleurs pas eu l'effet escompté. En complément de l'approche de sélection basée sur le livre blanc de Miratech (section 4.1.2), il serait intéressant de solliciter des experts pour une analyse approfondie des choix de sites à qualifier de « Beau » ou de « Laid » en prélude à l'étude. Nous recommandons finalement d'expérimenter un échantillon plus grand et varié de sites afin de consolider les données. De telles améliorations à cette étude permettront alors de démontrer toutes les subtilités du design émotionnel à l'optimisation de l'UX dans la conception de sites Web.

Liste des références

- [1] M. Hassenzahl et A. Monk, «The Inference of Perceived Usability From Beauty,» *Human-Computer interaction*, vol. 25, n° 13, pp. 235--260, 7 2010.
- [2] C. Lallemand et G. Gronier, *Méthodes de design UX : 30 méthodes fondamentales pour concevoir et évaluer les systèmes interactifs*, Paris: Eyrolles, 2015.
- [3] D. Norman, *Emotional Design: Why We Love (or Hate) Everyday Things*, New York: Basic Books, 2004.
- [4] A. Walter, *Designing for emotion*, New York, N.Y: Book Apart, 2011.
- [5] Smile - Open source solutions, «Design-emotionnel,» [En ligne]. Available: <http://web.smile.eu/Veille/Design-emotionnel#>. [Accès le 21 02 2016].
- [6] Wikipedia, «Utilisabilité du Web,» [En ligne]. Available: https://fr.wikipedia.org/wiki/Utilisabilit%C3%A9_du_Web. [Accès le 21 02 2016].
- [7] A. Boucher, *Ergonomie Web : pour des sites Web efficaces*, Paris: Éditions Eyrolles, 2009.
- [8] B. Shackel, «Ergonomics in design and usability,» *People and computers : Designing for*

usability, pp. 44-64, 1991.

- [9] D. Green et J. M. Pearson, «Development of a web site usability instrument based on ISO 9241-11,» *The Journal of Computer Information Systems* 47(1), pp. 66-77, 2006.
- [10] A. Seffah et E. Metzker, «The Obstacles and Myths of Usability and Software Engineering,» *Commun. ACM*, vol. 47, n° 112, pp. 71-76, 12 2004.
- [11] S. Kocovski, *Ergonomie et management : optimisez vos produits et vos processus.*, Liège: Edi.pro, 2009.
- [12] J. Nielsen, *Designing Web Usability: The Practice of Simplicity*, Thousand Oaks: New Riders Publishing, 1999.
- [13] J. Nielsen, «Usability 101: Introduction to Usability,» 4 Janvier 2012. [En ligne]. Available: <https://www.nngroup.com/articles/usability-101-introduction-to-usability/>.
- [14] T. Stewart, «Usability or user experience - what's the difference ?,» 2 Avril 2008. [En ligne]. Available: <https://econsultancy.com/blog/2321-usability-or-user-experience-what-s-the-difference>.
- [15] V. Roto, «User experience from product creation perspective,» chez *The International Conference HCI 2007*, Lancaster, 2007.
- [16] Boy et G. A., *The handbook of human-machine interaction: a human-centered design approach*, Surrey: Ashgate, 2011, pp. 303-320.

- [17] J. Barcenilla et J.-M.-C. Bastien, «L'acceptabilité des nouvelles technologies : quelles relations avec l'ergonomie, l'utilisabilité et l'expérience utilisateur ?,» *Le travail humain*, vol. Vol. 72, pp. p. 311-331, 4 2009.
- [18] A. Kankeinen, «Thinking Model and Tools for Understanding User Experience,» chez *Doctoral Disertation*, Helsinki University of Technology, 2002.
- [19] L. Arhippainen et M. Tähti, «Empirical evaluation of user experience in two adaptative mobile application prototypes,» chez *Proceedings of the 2nd International Conference on Mobile and Ubiquitous Multimedia (MUM)*, Norrköping, Sweden, 2003.
- [20] M. Hassenzahl, «The Hedonic/Pragmatic Model of User Experience,» chez *Communication présentée à the International Conference HCI 2007*, Lancaster, UK, 2007.
- [21] M. Hassenzahl et N. Tractinsky, «User Experience – A Research Agenda.,» *Behaviour & Information Technology*, pp. 91-97, 2006.
- [22] M. Hassenzahl, «The Thing and I: Understanding the Relationship between User and Product,» *Funology; from usability to enjoyment*, vol. 27, n° %13, pp. 31-42, 9 2003.
- [23] S. Mahlke, *User Experience of Interaction with Technical Systems. Theories, Methods, Empirical Results, and Their Application to the Design of Interactive Systems*, Saarbrücken: VDM Verlag, 2008.

- [24] C. Lallemand, G. Gronier et V. Koenig, «L'expérience utilisateur : un concept sans consensus ? Enquête sur le point de vue des professionnels,» 2013.
- [25] UX Mind - User Experience Blog, «Le modèle de l'UX d'Hassenzahl,» [En ligne]. Available: <http://uxmind.eu/2014/11/03/modele-ux-hassenzahl/>. [Accès le 0221 2016].
- [26] E. Karapanos, J. Zimmerman, J. Forlizzi et J.-B. Martens, «User Experience Over Time: An Initial Framework,» pp. 729-738, 2009.
- [27] J. Brooke, «SUS: a "quick and dirty" usability scale,» *Usability Evaluation In Industry*, pp. 189-194, 1996.
- [28] M. Hassenzahl, M. Burmester et F. Koller, «AttrakDiff: Ein Fragebogen zur Messung wahrgenommener hedonischer und pragmatischer Qualität,» *Mensch & Computer 2003*, pp. 187-196, 2003.
- [29] V. Roto, E. Law, A. Vermeeren et J. Hoonbout, «User experience white paper: Bringing clarity to the concept of user experience,» Finland, 2011.
- [30] D. Matsumoto, *The Handbook of Culture and Psychology*, D. Matsumoto, Éd., New York: Oxford University Press, 2001, pp. pp. 171-194.
- [31] P. Ekman, «Facial Expressions of Emotion: New Findings, New Questions,» *Psychological Science*, vol. 3, n° 11, pp. 34-38, 1992.

- [32] J. Medina, *Brain Rules: 12 Principles for Surviving and Thriving at Work, Home, and School*, Pear Press, 2008.
- [33] Techcrunch, «Design Firm Adaptive Path Acquired By Capital One,» [En ligne]. Available: <http://techcrunch.com/2014/10/02/adaptive-path-acquired-by-capital-one/>. [Accès le 1 04 2016].
- [34] C. Lallemand, V. Koenig, G. Gronier et R. Martin, «Création et validation d'une version française du questionnaire AttrakDiff pour l'évaluation de l'expérience utilisateur des systèmes interactifs,» *Revue europeenne de psychologie appliquee*, vol. 65, pp. 239 - 252, 2015.
- [35] F. Fortin et J. Gagnon, *Fondements et étapes du processus de recherche : méthodes quantitatives et qualitatives*, Montréal: Chenelière Éducation, 2010.
- [36] T. Porat et N. Tractinsky, «It's a Pleasure Buying Here: The Effects of Web-Store Design on Consumers' Emotions and Attitudes,» *Human-Computer Interaction*, vol. 27, n° 13, pp. 235-276, 2012.
- [37] Miratech, «<http://miratech.fr/v5bis/wp-content/themes/miratech/blog/Design-emotionnel-miratech.pdf>,» 2013. [En ligne]. [Accès le 22 12 2017].
- [38] M. Genin, «Tests du χ^2 ,» [En ligne]. Available: <http://docplayer.fr/21536063-Tests-du-h-2-universite-de-lille-2-droit-et-sante-michael-genin-michael-genin-univ-lille2-fr.html>. [Accès le 10 03 2018].
- [39] J. Stafford et P. Bodson, *L'analyse multivariée avec SPSS*, Montréal, Qc., Canada:

Presses de l'Université du Québec, 2006.

- [40] J. F. Hair, W. C. Black, B. J. Babin, R. E. Anderson et R. L. Tatham, *Multivariate data analysis*, Upper Saddle River, NJ : Prentice Hall, c2010, 2010.
- [41] Statistique Canada, «Statistique Canada,» [En ligne]. Available: <http://www.statcan.gc.ca/tables-tableaux/sum-som/l02/cst01/demo31f-fra.htm>. [Accès le 12 03 2018].
- [42] J. Cohen, *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*, Hillsdale, N.J. : L. Erlbaum Associates, c1988., 1988.
- [43] Université de Sherbrooke, «Analyse en composantes principales,» [En ligne]. Available: <http://spss.espaceweb.usherbrooke.ca/pages/interdependance/analyse-en-composantes-principales.php>. [Accès le 27 03 2018].
- [44] R. Basque, *Un itinéraire fléché vers le Capability Maturity Model Integration*, Paris: Dunod, 2006.
- [45] N. Kamalakshi, «CMMI and Six Sigma Relationship & Integration,» chez *International Conference on Signal Acquisition and Processing*, New York, 2009.
- [46] T. Bollinger et . L. C. McGowan, «A Critical Look at Software Capability Evaluations: An Update,» *IEEE Software*, vol. 26, n° %15, pp. 80-83, 2009.
- [47] J. Park, S. Han, H. Kim, S. Ok et M. H., «Modeling user experience: A case study on a mobile device,» *International Journal of Industrial Ergonomics*, vol. 43, n° %12,

pp. 187 - 196, 2013.

[48] A. Bangora, P. T. Kortumb et J. T. Miller, «An Empirical Evaluation of the System Usability Scale,» *International Journal of Human-Computer Interaction*, vol. 24, n° 16, pp. 574-594, 2008.

[49] N. Tractinsky, Aesthetic and apparent usability: empirically assessing cultural and methodological issues, CHI'97, 1997, pp. 1-8.

[50] M. Kurosu et K. Kashimura, Apparent Usability vs. Inherent Usability: Experimental Analysis on the Determinants of the Apparent Usability, Denver, Colorado, USA: CHI'95, 1995, pp. 292--293.

[51] BlogDuModerateur, «Décryptage : Le design émotionnel,» [En ligne]. Available: <http://www.blogdumoderateur.com/decryptage-design-emotionnel/>. [Accès le 17 04 2016].

[52] Blog, UX Mind - User Experience, «Sentence Completion : une méthode UX vraiment _____ !,» [En ligne]. Available: <http://uxmind.eu/2014/07/16/sentence-completion/>. [Accès le 03 04 2016].

[53] Nmédia, «Qu'est-ce que le design centré utilisateur?,» [En ligne]. Available: <http://www.nmediasolutions.com/publications/conseils/est-ce-design-centre-utilisateur>. [Accès le 27 01 2016].

[54] Wikipedia, «Capability Maturity Model Integration,» [En ligne]. Available: <http://fr.wikipedia.org/wiki/CMMI>. [Accès le 31 03 2013].

[55] Wikipedia, «Ergonomie,» [En ligne]. Available: <https://fr.wikipedia.org/wiki/Ergonomie>.
[Accès le 26 01 2016].

[56] Wikipedia, «Conception centrée sur l'utilisateur,» [En ligne]. Available:
https://fr.wikipedia.org/wiki/Conception_centr%C3%A9e_sur_l'utilisateur.
[Accès le 09 02 2016].

Bibliographie

- « The Psychologist's View of UX Design | UX Magazine ». [En ligne]. Disponible sur: <http://uxmag.com/articles/the-psychologists-view-of-ux-design>. [Consulté le: 06-juin-2018].
- « Beyond Frustration: Three levels of happy design | UX Magazine ». [En ligne]. Disponible sur: <http://uxmag.com/articles/beyond-frustration-three-levels-of-happy-design>. [Consulté le: 06-juin-2018].
- « Les 10 heuristiques UX d'Arhipainen (2013) | UX Mind - User Experience Blog ». [En ligne]. Disponible sur: <https://uxmind.eu/2014/12/29/10-heuristiques-ux-arhipainen/>. [Consulté le: 06-juin-2018].
- « 10 heuristiques pour une UX optimale de Colombo et Pasch | UX Mind - User Experience Blog ». [En ligne]. Disponible sur: <https://uxmind.eu/2014/08/14/10-heuristiques-pour-une-ux-optimale-de-colombo-et-pasch/>. [Consulté le: 06-juin-2018].
- F. Husson, J. Pagès, et S. Lê, *Exploratory Multivariate Analysis by Example Using R*. CRC Press Taylor & Francis, 2009.
- S. Krug, *Don't Make Me Think, Revisited: A Common Sense Approach to Web Usability*, 3^e édition. Berkeley, Calif.: New Riders, 2013.
- S. Wachter-Boettcher et E. Meyer, *Design for Real Life*. New York: aba, 2016.
- « M. Rochefeuille, "Analyse des dimensions de l'expérience utilisateurs avec des produits interactifs", p. 128. - Recherche Google ». [En ligne]. Disponible sur: https://publications.polymtl.ca/1159/1/2013_MarieRochefeuille.pdf. [Consulté le: 06-juin-2018].

Annexe I

Tableau présentant la version française des 28 items du questionnaire AttrakDiff [34]

Qualité pragmatique (QP)	
QP_1	Technique – Humain
QP_2	Compliqué – Simple
QP_3	Pas pratique – Pratique
QP_4	Fastidieux – Efficace
QP_5	Imprévisible – Prévisible
QP_6	Confus – Clair
QP_7	Incontrôlable – Maîtrisable
Qualité hédonique–identification (QH-I)	
QHI_1	M'isole – Me sociabilise
QHI_2	Amateur – Professionnel
QHI_3	De mauvais goût – De bon goût
QHI_4	Bas de gamme – Haut de gamme
QHI_5	M'exclut – M'intègre
QHI_6	Me sépare des autres – Me rapproche des autres
QHI_7	Non présentable – Présentable
Qualité hédonique–stimulation (QH-S)	
QHS_1	Conventionnel – Original
QHS_2	Sans imagination – Créatif
QHS_3	Prudent – Audacieux
QHS_4	Conservateur – Novateur
QHS_5	Ennuyeux – Captivant
QHS_6	Peu exigeant – Challenging
QHS_7	Commun – Nouveau
Attractivité (ATT)	
ATT_1	Déplaisant – Plaisant
ATT_2	Laid – Beau
ATT_3	Désagréable – Agréable

ATT_4	Rebutant – Attirant
ATT_5	Mauvais – Bon
ATT_6	Repoussant – Attrayant
ATT_7	Décourageant – Motivant

Annexe II

Exemple de questionnaire de l'AttrakDiff de l'étude

Dans le cadre d'un projet sur l'expérience utilisateur, nous souhaiterions évaluer vos impressions sur le site Web _____ . Ce questionnaire se présente sous forme de paires de mots pour vous assister dans l'évaluation du système. Chaque paire représente des contrastes. Les échelons entre les deux extrémités vous permettent de décrire l'intensité de la qualité choisie.

Ne pensez aux paires de mots et essayez simplement de donner une réponse spontanée. Vous pourrez avoir l'impression que certains termes ne décrivent pas correctement le système. Dans ce cas, assurez-vous de donner tout de même une réponse.

Gardez à l'esprit qu'il n'y a pas de bonne ou mauvaise réponse. Seule votre opinion compte.

Exemple :

Prévisible	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Imprévisible
------------	-----------------------	----------------------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	--------------

Cette réponse montre que vous jugez le site plus prévisible qu'imprévisible.

Simple	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Compliqué
Laid	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Beau
Pratique	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Pas pratique
De bon goût	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	De mauvais goût
Prévisible	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Imprévisible

Bas de gamme Haut de gamme

Sans imagination Créatif

Bon Mauvais

Confus Clair

Ennuyeux Captivant

Annexe III

Tableau des proportions d'homme et femme au Québec au 1^{er} juillet 2017

Population selon le sexe et le groupe d'âge, par province et territoire
(Proportion, hommes)

	2017			
	Tous les âges	0 à 14 ans	15 à 64 ans	65 ans et plus
	proportion d'hommes (%)			
Canada	49,6	8,2	33,7	7,7
Terre-Neuve-et-Labrador	49,3	7,2	32,8	9,2
Île-du-Prince-Édouard	48,9	8,1	32,2	8,7
Nouvelle-Écosse	49,0	7,2	32,9	9,0
Nouveau-Brunswick	49,4	7,4	32,7	9,2
Québec	49,7	8,0	33,4	8,4
Ontario	49,2	8,1	33,6	7,5
Manitoba	49,8	9,6	33,3	6,9
Saskatchewan	50,4	9,8	33,7	6,9
Alberta	50,6	9,5	35,4	5,7
Colombie-Britannique	49,6	7,5	33,5	8,6
Yukon	51,0	8,5	36,3	6,2
Territoires du Nord-Ouest	51,3	11,2	36,5	3,6
Nunavut	51,8	15,8	34,2	1,9

Note : Population au 1^{er} juillet.
Source : Statistique Canada, CANSIM, tableau 051-0001.
Dernières modifications apportées : 2017-09-27.

**Population selon le sexe et le groupe d'âge, par province et territoire
(Proportion, femmes)**

	2017			
	Tous les âges	0 à 14 ans	15 à 64 ans	65 ans et plus
	proportion de femmes (%)			
Canada	50,4	7,8	33,4	9,2
Terre-Neuve-et-Labrador	50,7	6,9	33,2	10,6
Île-du-Prince-Édouard	51,1	7,9	32,8	10,4
Nouvelle-Écosse	51,0	6,8	33,4	10,8
Nouveau-Brunswick	50,6	7,1	32,6	10,9
Québec	50,3	7,6	32,5	10,1
Ontario	50,8	7,7	34,0	9,2
Manitoba	50,2	9,2	32,7	8,3
Saskatchewan	49,6	9,4	32,0	8,1
Alberta	49,4	9,0	33,7	6,7
Colombie-Britannique	50,4	7,0	33,7	9,7
Yukon	49,0	7,8	35,0	6,2
Territoires du Nord-Ouest	48,7	10,4	34,6	3,8
Nunavut	48,2	15,1	31,0	2,1

Note : Population au 1^{er} juillet.
Source : Statistique Canada, CANSIM, tableau 051-0001.
 Dernières modifications apportées : 2017-09-27.

**Estimations de la population, selon le groupe d'âge et le sexe au 1er juillet, Canada, provinces et territoires
annuel (personnes)**

Tableau de données | Ajouter/Enlever des données | Manipuler | Télécharger | Sujets reliés | Aide

Les données ci-dessous font partie du tableau CANSIM 051-0001. Utilisez l'onglet [Ajouter/Enlever des données](#) pour personnaliser un tableau.

Éléments sélectionnés [Ajouter/Enlever des données]

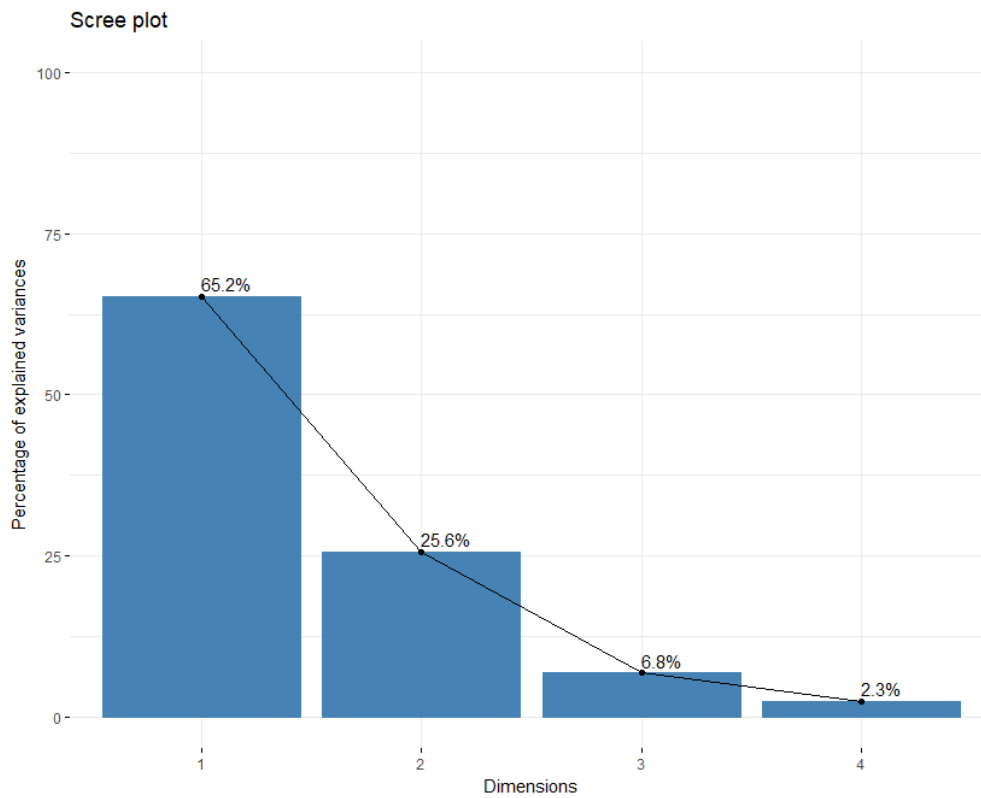
Géographie = Québec
 Sexe = Les deux sexes

Groupe d'âge ^{5, 6}	2017
20 à 24 ans	521 116
25 à 29 ans	558 412
30 à 34 ans	549 443
35 à 39 ans	593 141
40 à 44 ans	544 677
45 à 49 ans	528 342
50 à 54 ans	605 584
55 à 59 ans	637 719

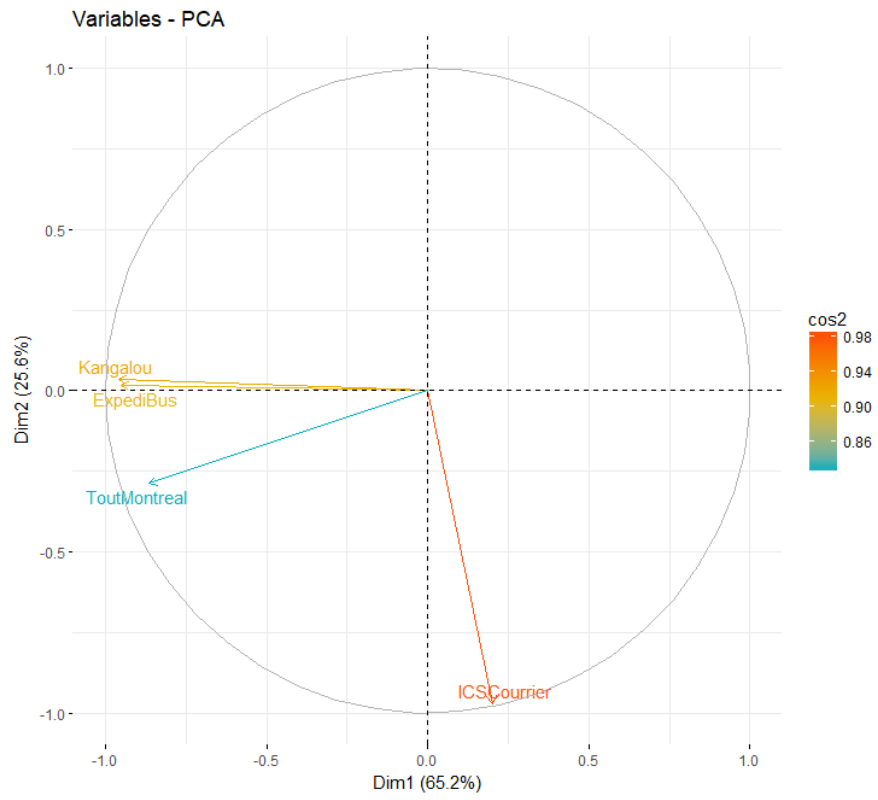
Source : <http://www5.statcan.gc.ca/cansim/a21>

Annexe IV

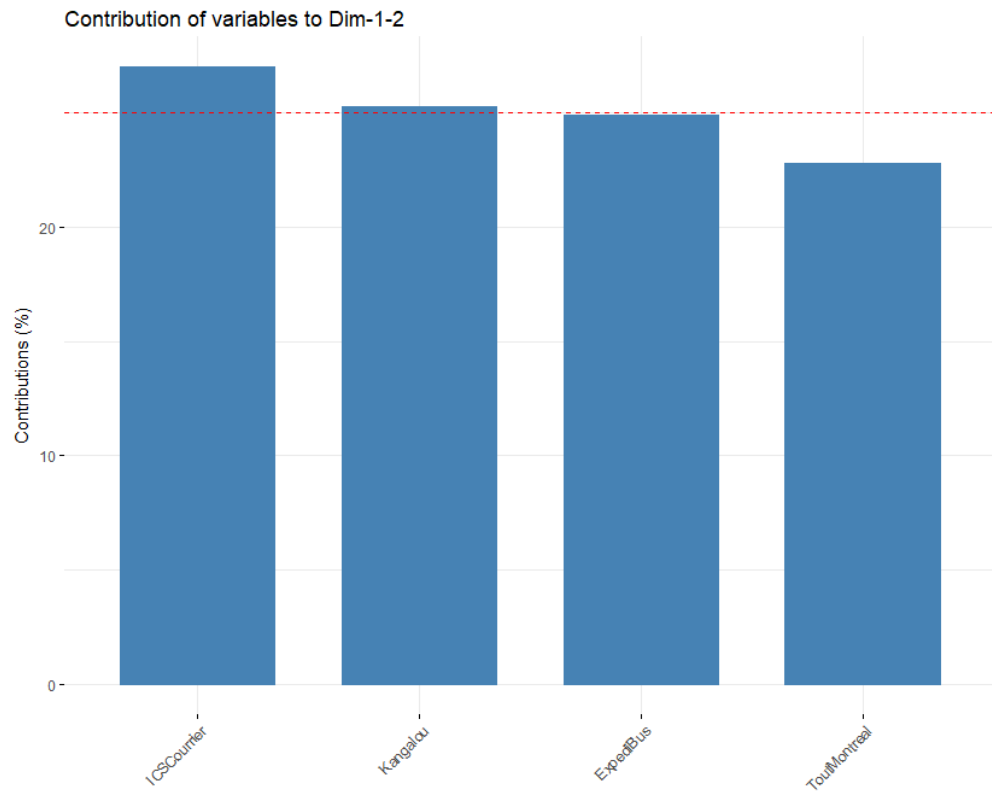
Analyse en composantes principales avec rotation VARIMAX



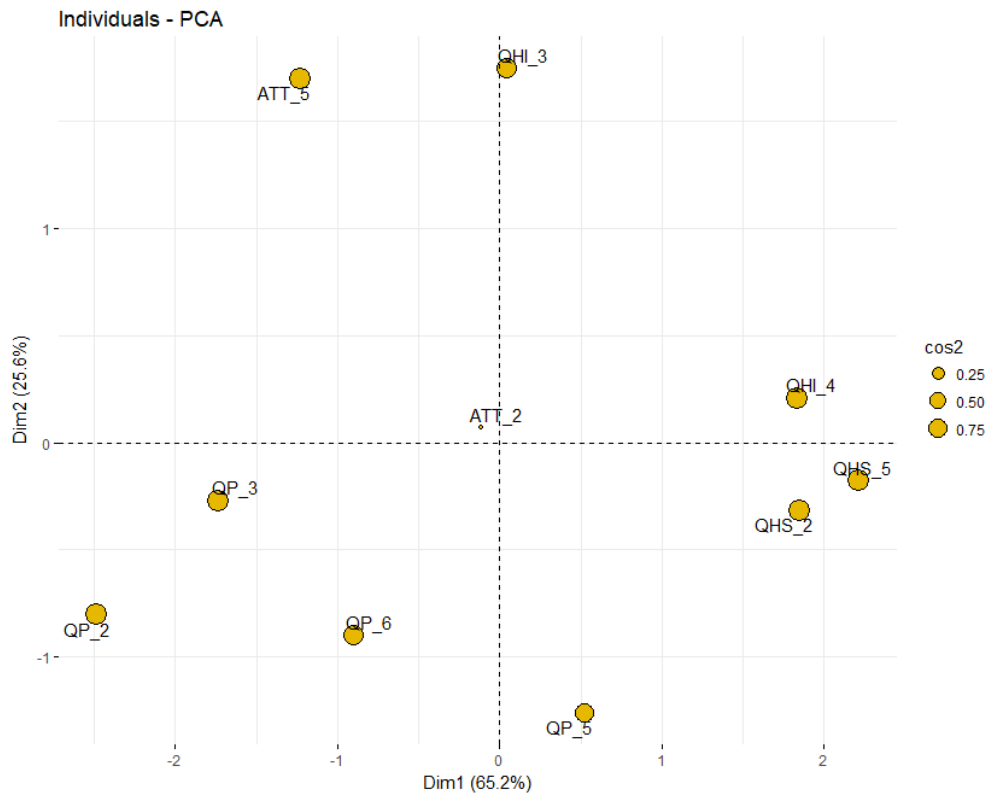
Graphique des valeurs propres



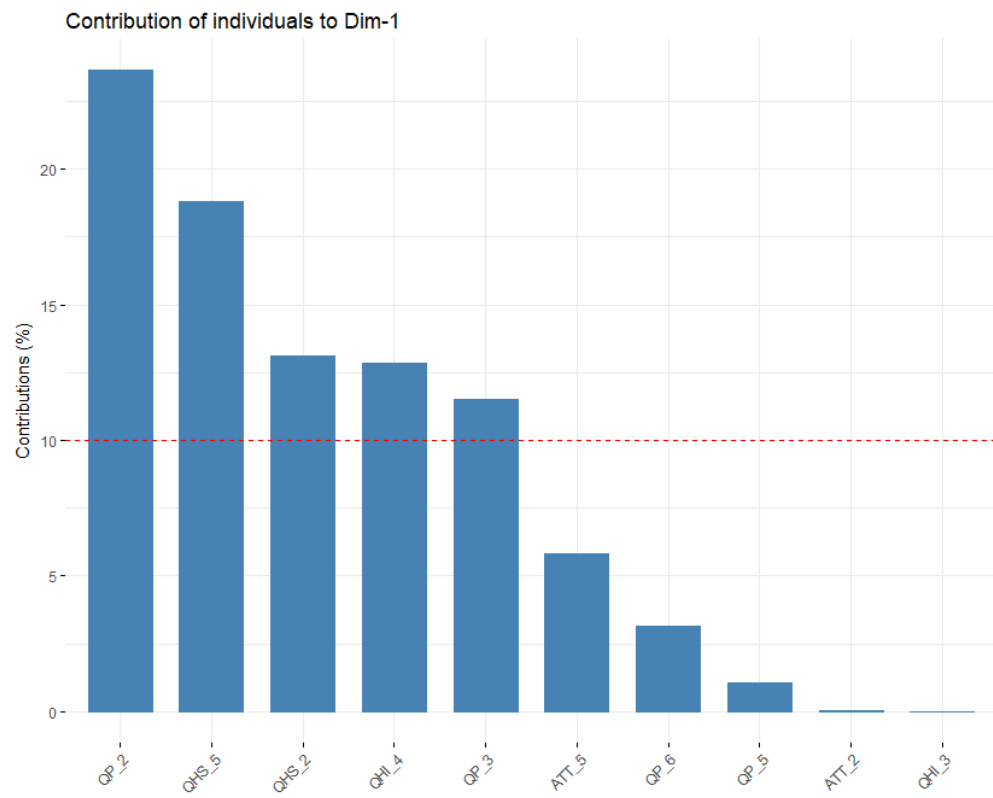
Projection des variables sur le plan factoriel (1, 2)



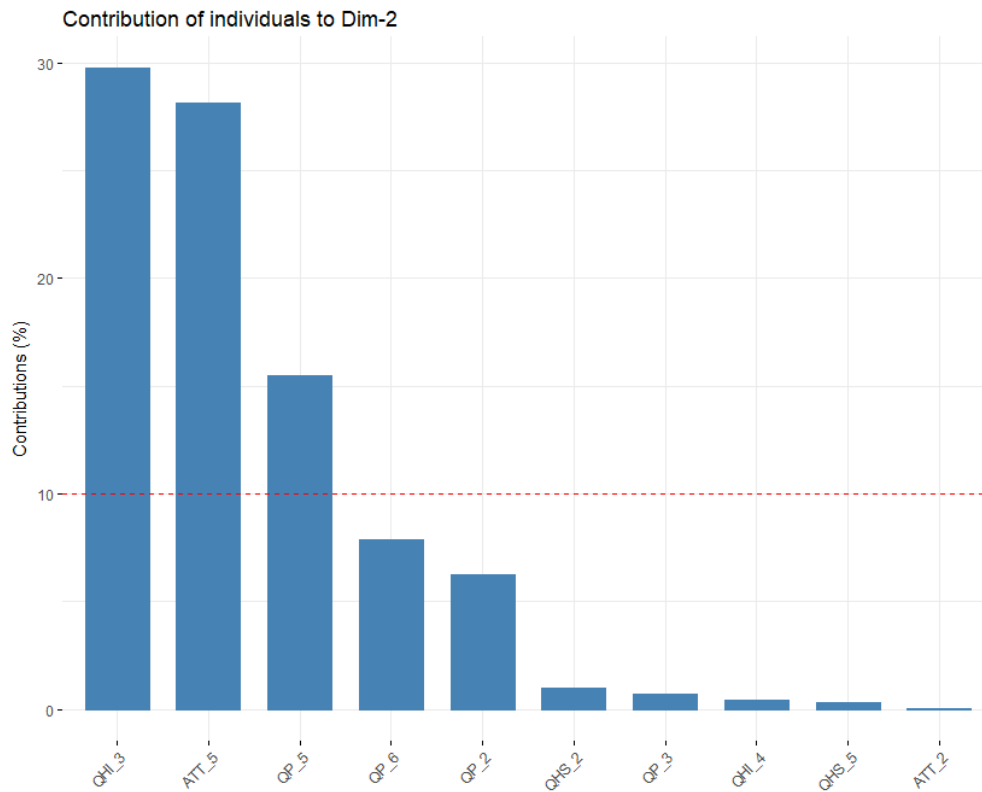
Contributions des variables au plan factoriel (1, 2)



Projection des individus sur le plan factoriel (1, 2)



Contribution des individus au plan factoriel 1



Contribution des individus au plan factoriel 2

Standard deviations:

[1] 1.6155295 1.0126374 0.5209579 0.3053403

Rotation:

	PC1	PC2	PC3	PC4
ExpediBus	-0.5887171	0.01805757	-0.4381603	0.67904470
Kangalou	-0.5932073	0.03562863	-0.3347855	-0.73126900
ICSCourrier	0.1251831	-0.95806920	-0.2558633	-0.03108969
ToutMontreal	-0.5346461	-0.28373920	0.7940203	0.05636818

>

> #valeurs propres / variances

> eig.val <- get_eigenvalue(res.pca)

> eig.val

	eigenvalue	variance.percent	cumulative.variance.percent
Dim.1	2.60993567	65.248392	65.24839
Dim.2	1.02543443	25.635861	90.88425
Dim.3	0.27139718	6.784929	97.66918
Dim.4	0.09323272	2.330818	100.00000

Principal Component Analysis Results for variables

=====

```

  Name      Description
1 "$coord"  "Coordinates for the variables"
2 "$cor"    "Correlations between variables and dimensions"
3 "$cos2"   "Cos2 for the variables"
4 "$contrib" "contributions of the variables"
> # Coordonnées des variables
> head(var$coord)
      Dim.1      Dim.2      Dim.3      Dim.4
ExpediBus -0.9510898  0.01828577 -0.2282631  0.207339737
Kangalou  -0.9583440  0.03607888 -0.1744091 -0.223285924
ICSCourrier 0.2022370 -0.97017667 -0.1332940 -0.009492937
ToutMontreal -0.8637366 -0.28732491  0.4136512  0.017211479
> # Cos2: qualité de représentation
> head(var$cos2)
      Dim.1      Dim.2      Dim.3      Dim.4
ExpediBus  0.90457183 0.0003343694 0.05210403 4.298977e-02
Kangalou   0.91842316 0.0013016855 0.03041855 4.985660e-02
ICSCourrier 0.04089982 0.9412427738 0.01776729 9.011584e-05
ToutMontreal 0.74604086 0.0825556058 0.17110730 2.962350e-04
> # Contributions aux composantes principales
> head(var$contrib)
      Dim.1      Dim.2      Dim.3      Dim.4
ExpediBus  34.658779  0.03260759 19.198443 46.11017022
Kangalou   35.189494  0.12693990 11.208130 53.47543571
ICSCourrier  1.567081 91.78965930  6.546602  0.09665689
ToutMontreal 28.584645  8.05079321 63.046824  0.31773718
>
> head(var$cor)
      Dim.1      Dim.2      Dim.3      Dim.4
ExpediBus -0.9510898  0.01828577 -0.2282631  0.207339737
Kangalou  -0.9583440  0.03607888 -0.1744091 -0.223285924
ICSCourrier 0.2022370 -0.97017667 -0.1332940 -0.009492937
ToutMontreal -0.8637366 -0.28732491  0.4136512  0.017211479

```

Principal Component Analysis Results for individuals

```

=====
  Name      Description
1 "$coord"  "Coordinates for the individuals"
2 "$cos2"   "Cos2 for the individuals"
3 "$contrib" "contributions of the individuals"
> # Coordonnées des individus
> head(ind$coord ,10)
      Dim.1      Dim.2      Dim.3      Dim.4
QP_2  -2.48453940 -0.80138245  0.1317932  0.19619466
QP_3  -1.73407890 -0.27206988  0.2656073 -0.07818539
QP_5   0.52499163 -1.26098948  0.7488939  0.22395892
QP_6  -0.90300242 -0.89814134 -0.3634412 -0.49487258
QHS_2  1.85012136 -0.31479264 -0.4151581  0.09789876
QHS_5  2.21545289 -0.17585335  0.1686416 -0.45896168
QHI_3  0.04423717  1.74681343  0.4537163 -0.21397582
QHI_4  1.83246982  0.20811294  0.1503591  0.43359543
ATT_2 -0.11517351  0.06935464 -1.1097400  0.17951423
ATT_5 -1.23047864  1.69894811 -0.0306720  0.11483348

```

```

> # Qualité des individus
> head(ind$cos2 ,10)
      Dim.1      Dim.2      Dim.3      Dim.4
QP_2 0.8984027902 0.093467143 0.0025279305 0.005602136
QP_3 0.9522811985 0.023441664 0.0223412564 0.001935881
QP_5 0.1112831831 0.642018749 0.2264463674 0.020251701
QP_6 0.4078984740 0.403518664 0.0660758246 0.122507037
QHS_2 0.9241263283 0.026753465 0.0465326769 0.002587529
QHS_5 0.9478567804 0.005971988 0.0054922065 0.040679025
QHI_3 0.0005921186 0.923266481 0.0622877758 0.013853625
QHI_4 0.9296973863 0.011991296 0.0062593264 0.052051991
ATT_2 0.0103484915 0.003752519 0.9607587401 0.025140249
ATT_5 0.3429682061 0.653831639 0.0002131032 0.002987052
> # Contributions des individus
> head(ind$contrib ,10)
      Dim.1      Dim.2      Dim.3      Dim.4
QP_2 23.651678969  6.2628463  0.64000076  4.1286304
QP_3 11.521470253  0.7218601  2.59940986  0.6556663
QP_5  1.056026831 15.5065445 20.66499225  5.3798275
QP_6  3.124266166  7.8664987  4.86701866 26.2674807
QHS_2 13.115070539  0.9663651  6.35070296  1.0279832
QHS_5 18.805948286  0.3015736  1.04790967 22.5935508
QHI_3  0.007497991 29.7567263  7.58513779  4.9108995
QHI_4 12.866009274  0.4223673  0.83301788 20.1651305
ATT_2  0.050824768  0.0469076 45.37714617  3.4564428
ATT_5  5.801206924 28.1483105  0.03466402  1.4143883

```


Annexe V

Source de données analysées

1	Timestamp	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Vous êtes,	Quel âge avez-vous ?
2	2-7-2018 8:21:18	3	3	4	4	5	6	4	5	6	4	Un homme	Entre 35 et 39 ans
3	2-7-2018 10:24:35	1	1	2	7	5	6	2	5	6	1	Une femme	Entre 50 et 54 ans
4	2-7-2018 19:54:35	1	1	2	6	6	5	1	6	6	1	Une femme	Entre 30 et 34 ans
5	2-13-2018 10:36:14	4	3	5	4	4	4	4	4	5	4	Une femme	Plus de 54 ans
6	2-13-2018 16:56:42	1	1	2	7	7	7	1	7	7	1	Un homme	Entre 35 et 39 ans
7	2-13-2018 19:33:14	1	1	1	6	6	5	3	6	6	2	Une femme	Entre 40 et 44 ans
8	2-13-2018 22:54:55	2	2	4	6	5	6	3	4	5	3	Un homme	Entre 40 et 44 ans
9	2-13-2018 23:06:16	4	3	3	6	5	5	2	6	7	2	Un homme	Entre 35 et 39 ans
10	2-16-2018 20:22:11	1	2	1	5	5	6	1	6	7	2	Une femme	Entre 35 et 39 ans
11	2-17-2018 2:56:11	1	1	1	7	6	6	2	6	6	2	Un homme	Entre 45 et 49 ans
12	2-17-2018 10:11:47	1	1	6	7	6	7	1	6	7	1	Un homme	Entre 40 et 44 ans
13	2-17-2018 13:58:54	1	1	1	7	7	7	1	6	6	1	Un homme	Entre 45 et 49 ans
14	2-19-2018 16:25:57	2	2	2	7	6	4	2	5	6	2	Un homme	Entre 45 et 49 ans
15	2-19-2018 19:12:28	1	1	1	7	5	6	2	5	5	2	Un homme	Entre 40 et 44 ans
16	2-19-2018 22:32:07	2	3	4	6	5	5	2	5	6	3	Un homme	Plus de 54 ans
17	2-20-2018 14:16:41	2	2	2	6	4	5	3	6	6	2	Un homme	Entre 30 et 34 ans
18	2-21-2018 16:41:27	3	3	4	3	3	4	4	4	4	2	Une femme	Entre 25 et 29 ans
19	2-21-2018 17:03:37	7	7	3	1	3	2	5	2	5	5	Un homme	Entre 25 et 29 ans
20	2-22-2018 16:02:54	4	3	4	3	5	5	6	6	5	3	Un homme	Entre 40 et 44 ans
21	2-25-2018 14:28:22	1	1	3	7	5	7	2	6	5	1	Une femme	Entre 40 et 44 ans
22	2-28-2018 16:29:23	1	6	1	5	2	2	4	4	3	4	Un homme	Entre 40 et 44 ans

Source de donnée Expedibus

1	Timestamp	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Vous êtes,	Quel âge avez-vous ?
2	2-11-2018 20	5	5	4	1	5	5	5	4	5	5	Une femme	Entre 35 et 39 ans
3	2-13-2018 17	7	7	5	6	4	4	6	4	3	5	Un homme	Entre 35 et 39 ans
4	2-14-2018 20	5	4	5	4	4	4	4	4	4	3	Une femme	Entre 45 et 49 ans
5	2-15-2018 15	7	7	4	6	4	5	7	5	6	7	Une femme	Entre 40 et 44 ans
6	2-15-2018 18	1	1	1	2	6	7	2	6	6	1	Un homme	Entre 40 et 44 ans
7	2-16-2018 16	5	7	6	2	1	1	6	1	1	7	Une femme	Entre 45 et 49 ans
8	2-16-2018 16	7	7	7	1	1	1	7	1	1	7	Un homme	Moins de 25 ans
9	2-17-2018 3:3	4	5	4	5	7	7	7	7	7	5	Une femme	Entre 35 et 39 ans
10	2-18-2018 18	6	6	7	1	2	2	6	2	2	6	Un homme	Entre 40 et 44 ans
11	2-18-2018 20	7	7	7	1	1	1	7	1	1	7	Un homme	Entre 30 et 34 ans
12	2-19-2018 7:5	1	1	1	7	7	7	1	5	5	2	Une femme	Entre 40 et 44 ans
13	2-19-2018 20	4	5	6	3	5	5	4	5	5	2	Une femme	Entre 35 et 39 ans
14	2-19-2018 20	6	6	6	2	2	1	6	1	1	6	Un homme	Entre 25 et 29 ans
15	2-23-2018 21	5	5	4	3	3	2	6	3	3	5	Un homme	Entre 40 et 44 ans
16	2-24-2018 13	1	1	1	7	4	5	3	4	4	5	Une femme	Entre 30 et 34 ans
17	3-1-2018 7:28	1	1	2	7	4	5	4	4	5	3	Une femme	Entre 30 et 34 ans
18	3-1-2018 8:50	5	2	3	4	5	5	2	6	6	3	Une femme	Entre 40 et 44 ans
19	3-29-2018 10	6	6	5	2	2	1	6	2	1	6	Une femme	Entre 25 et 29 ans
20	3-30-2018 9:5	1	4	3	6	2	2	4	3	3	5	Un homme	Entre 25 et 29 ans
21	3-31-2018 21	3	2	4	6	6	5	3	5	5	5	Un homme	Entre 45 et 49 ans
22	4-6-2018 8:45	5	5	4	2	1	2	6	1	1	7	Un homme	Entre 30 et 34 ans

Source de données ICS Courrier

1	Timestamp	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Vous êtes,	Quel âge avez-vous ?
2	2-7-2018 19:51:48	1	1	1	7	6	4	1	6	6	1	Une femme	Entre 30 et 34 ans
3	2-9-2018 10:31:22	5	3	3	5	5	5	4	4	5	3	Un homme	Entre 40 et 44 ans
4	2-13-2018 10:29:11	4	3	4	5	5	5	3	4	6	4	Une femme	Plus de 54 ans
5	2-13-2018 19:26:20	2	2	2	6	6	5	2	6	6	2	Une femme	Entre 40 et 44 ans
6	2-13-2018 22:45:58	6	6	4	5	5	5	2	4	6	1	Un homme	Entre 35 et 39 ans
7	2-14-2018 20:06:35	3	4	3	5	4	4	4	5	5	4	Une femme	Entre 45 et 49 ans
8	2-15-2018 17:54:31	2	4	1	6	3	5	2	3	5	5	Un homme	Entre 40 et 44 ans
9	2-16-2018 16:43:43	1	1	1	7	4	4	1	4	7	1	Un homme	Entre 25 et 29 ans
10	2-16-2018 20:17:36	2	1	3	6	6	7	2	6	7	2	Une femme	Entre 35 et 39 ans
11	2-17-2018 3:18:54	3	3	7	5	3	6	2	3	2	3	Une femme	Entre 35 et 39 ans
12	2-19-2018 7:50:44	2	1	3	5	5	5	5	4	4	4	Une femme	Entre 40 et 44 ans
13	2-19-2018 16:23:17	1	2	2	6	4	4	3	5	5	2	Un homme	Entre 45 et 49 ans
14	2-19-2018 20:21:23	1	2	3	7	6	5	6	5	5	2	Une femme	Entre 35 et 39 ans
15	2-21-2018 16:37:52	2	2	3	7	7	6	2	6	6	1	Une femme	Entre 25 et 29 ans
16	2-22-2018 15:59:44	2	2	2	5	4	4	3	5	6	2	Un homme	Entre 40 et 44 ans
17	2-24-2018 13:11:24	1	1	4	7	6	5	1	4	5	2	Une femme	Entre 30 et 34 ans
18	2-25-2018 14:22:58	4	4	4	6	6	6	4	4	6	4	Une femme	Entre 40 et 44 ans
19	2-28-2018 16:24:55	4	6	4	3	2	2	4	4	2	4	Un homme	Entre 40 et 44 ans
20	3-1-2018 7:21:40	1	1	6	5	3	4	4	4	5	3	Une femme	Entre 30 et 34 ans
21	3-1-2018 8:47:35	1	1	1	2	6	6	2	7	7	2	Une femme	Entre 40 et 44 ans
22	3-29-2018 10:23:29	1	1	3	7	6	5	1	6	6	1	Une femme	Entre 25 et 29 ans

Source de données Kangalou

1	Timestamp	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Vous êtes,	Quel âge avez-vous ?
2	2-7-2018 8:14:50	2	2	1	7	5	5	4	5	5	2	Un homme	Entre 35 et 39 ans
3	2-7-2018 10:31:19	6	7	6	2	1	1	6	2	2	6	Une femme	Entre 50 et 54 ans
4	2-13-2018 16:51:08	2	1	1	7	7	7	1	7	7	1	Un homme	Entre 35 et 39 ans
5	2-13-2018 22:30:03	3	2	5	4	3	3	4	2	3	4	Un homme	Entre 40 et 44 ans
6	2-16-2018 15:54:25	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	Une femme	Entre 35 et 39 ans
7	2-16-2018 15:55:29	3	3	5	4	3	3	4	4	5	2	Un homme	Entre 35 et 39 ans
8	2-16-2018 15:56:48	1	1	4	7	4	5	1	5	5	1	Une femme	Entre 40 et 44 ans
9	2-16-2018 16:02:20	2	1	2	5	2	2	5	2	1	3	Une femme	Entre 45 et 49 ans
10	2-17-2018 2:53:38	2	6	6	2	2	2	7	1	2	7	Un homme	Entre 45 et 49 ans
11	2-17-2018 10:07:23	1	1	4	7	6	6	1	6	7	1	Un homme	Entre 40 et 44 ans
12	2-17-2018 13:54:50	1	1	1	7	6	6	2	5	5	2	Un homme	Entre 45 et 49 ans
13	2-18-2018 18:02:47	4	4	5	5	2	2	5	2	2	6	Un homme	Entre 40 et 44 ans
14	2-18-2018 19:55:52	4	3	3	3	3	3	5	3	3	4	Un homme	Entre 30 et 34 ans
15	2-19-2018 19:11:43	5	6	4	1	1	1	6	2	1	6	Un homme	Entre 40 et 44 ans
16	2-19-2018 20:50:37	3	5	4	4	4	2	4	3	4	4	Un homme	Entre 25 et 29 ans
17	2-19-2018 22:24:38	5	4	3	3	3	2	3	4	3	4	Un homme	Plus de 54 ans
18	2-20-2018 14:14:40	3	3	4	3	3	3	5	3	3	5	Un homme	Entre 30 et 34 ans
19	2-21-2018 16:51:53	1	4	2	2	1	1	5	2	2	6	Un homme	Entre 25 et 29 ans
20	2-21-2018 20:21:06	1	1	2	4	4	5	5	6	5	5	Une femme	Entre 35 et 39 ans
21	2-23-2018 20:50:00	2	4	3	5	4	2	4	2	2	4	Un homme	Entre 40 et 44 ans
22	3-30-2018 9:47:50	3	2	4	7	3	4	5	3	3	4	Un homme	Entre 25 et 29 ans

Source de données Tout Montréal

Annexe VI

Script R de l'analyse en composantes principales

```
# Lecture des fichiers de sondage
expedibus <- read.csv2("D:/ux/expedibus_out.csv")
kangalou <- read.csv2("D:/ux/kangalou_out.csv")
icscourrier <- read.csv2("D:/ux/icscourrier_out.csv")
toutmontreal <- read.csv2("D:/ux/toutmontreal_out.csv")

# Ajouter à chaque tableau le nom du site sondé
expedibus$Site <- "ExpediBus"
kangalou$Site <- "Kangalou"
icscourrier$Site <- "ICSCourrier"
toutmontreal$Site <- "ToutMontreal"

# Fusionner les quatre tableaux
install.packages("data.table")
library(data.table)
enquete <- as.data.table(rbind(expedibus, kangalou, icscourrier, toutmontreal))
enquete$Site <- as.factor(enquete$Site)
summary(enquete)

donnees <- enquete[, .( QP_2 = mean(qp_2), QP_3 = mean(qp_3), QP_5 = mean(qp_5),
QP_6 = mean(qp_6), QHS_2 = mean(qhs_2), QHS_5 = mean(qhs_5), QHI_3 = mean(qhi_3),
QHI_4 = mean(qhi_4), ATT_2 = mean(att_2), ATT_5 = mean(att_5), n_observations =
.N), by = Site]

resultats <- as.data.frame(t(subset(donnees, select=2:11)))
colnames(resultats) <- c("ExpediBus", "Kangalou", "ICSCourrier", "ToutMontreal")
resultats$description <- c("Complicé - Simple", "Pas pratique - Pratique",
"Imprévisible - Prévisible", "Confus-Clair", "Sans imagination - Créatif",
"Ennuyeux - Captivant", "De mauvais goût - De bon goût", "Bas de gamme - Haut de
gamme", "Laid - Beau", "Mauvais - Bon")

library(dplyr)
library(magrittr)
```

```

library("FactoMineR")
library("factoextra")
library("psych")

# Matrice de corrélation
R <- cor(resultats[,1:4])
R

cortest.bartlett(R,n=nrow(resultats[,1:4])) #indicating that n equals the number
of rows in our dataset. If not, it will default to n=100.
KMO(R)

# Calculer l'ACP sur les individus/variables actifs:
#res.pca <- PCA(resultats[,1:4], graph = FALSE)
res.pca <- prcomp(resultats[,1:4], scale=T)
#Le résultat de la fonction PCA() est une liste, contenant les éléments suivants:
print(res.pca)

#Valeurs propres / Variances
eig.val <- get_eigenvalue(res.pca)
eig.val

#Le graphique des valeurs propres peut être généré à l'aide de la fonction
fviz_eig () ou fviz_screplot () [package factoextra].
fviz_eig(res.pca, addlabels = TRUE, ylim = c(0, 100))

# liste d'éléments contenant tous les résultats pour les variables actives
(coordonnées, corrélation entre variables et les axes, cosinus-carré et
contributions)
var <- get_pca_var(res.pca)
var
# Coordonnées des variables
head(var$coord)
# Cos2: qualité de représentation
head(var$cos2)
# Contributions aux composantes principales
head(var$contrib)

head(var$cor)

```

```

#La qualité de représentation des variables sur la carte de l'ACP s'appelle cos2
(cosinus carré) . Vous pouvez accéder au cos2 comme suit:
#head(var$cos2, 8)
#Il est également possible de créer un bar plot du cosinus carré des variables en
utilisant la fonction fviz_cos2() [dans factoextra]:

# Colorer en fonction du cos2: qualité de représentation
fviz_pca_var(res.pca, col.var = "cos2",
             gradient.cols = c("#00AFBB", "#E7B800", "#FC4E07"),
             repel = TRUE # Évite le chevauchement de texte
)
#La contribution des variables peut être extraite comme suit:

#head(var$contrib, 8)
#Il est possible d'utiliser la fonction corrplot() [package corrplot] pour mettre
en évidence les variables les plus contributives pour chaque dimension:

# Contributions des variables à PC1
fviz_contrib(res.pca, choice = "var", axes = 1, top = 10)
# Contributions des variables à PC2
fviz_contrib(res.pca, choice = "var", axes = 2, top = 10)

#La contribution totale à PC1 et PC2 est obtenue avec le code R suivant:

fviz_contrib(res.pca, choice = "var", axes = 1:2, top = 4)

#Les variables les plus importantes (ou, contributives) peuvent être mises en
évidence sur le graphe de corrélation comme suit:

fviz_pca_var(res.pca, col.var = "contrib",
             gradient.cols = c("#00AFBB", "#E7B800", "#FC4E07")
)

###Description des dimensions
res.desc <- dimdesc(res.pca, axes = c(1,2), proba = 0.05)
# Description de la dimension 1
res.desc$Dim.1

# Description de la dimension 2
res.desc$Dim.2

```

```

### Graphique des individus

ind <- get_pca_ind(res.pca)
ind
# Coordonnées des individus
head(ind$coord ,10)
# Qualité des individus
head(ind$cos2 ,10)
# Contributions des individus
head(ind$contrib ,10)
#Comme les variables, il est également possible de colorer les individus en
fonction de leurs valeurs de cos2:

fviz_pca_ind (res.pca, col.ind = "cos2",
              gradient.cols = c("#00AFBB", "#E7B800", "#FC4E07"),
              repel = TRUE # Évite le chevauchement de texte
)
#Vous pouvez également modifier la taille des points en fonction du cos2 des
individus correspondants:

fviz_pca_ind (res.pca, pointsize = "cos2",
              pointshape = 21, fill = "#E7B800",
              repel = TRUE # Évite le chevauchement de texte
)

#Pour créer un bar plot de la qualité de représentation (cos2) des individus, vous
pouvez utiliser la fonction fviz_cos2() comme décrit précédemment pour les
variables:

# Contributions des individus à PC1
fviz_contrib(res.pca, choice = "ind", axes = 1, top = 10)
# Contributions des individus à PC2
fviz_contrib(res.pca, choice = "ind", axes = 2, top = 10)

# Contribution totale sur PC1 et PC2
fviz_contrib(res.pca, choice = "ind", axes = 1:2)

```

Annexe VII

Déroulement des test

1.1 Sites retenus

1.1.1 Site de location d'appartement

Kangalou : <https://www.kangalou.com/fr>

Tout Montréal : <https://www.toutmontreal.com/logement-a-louer/>

1.1.2 Site de distribution de colis par voie terrestre

ExpediBus : <http://www.expedibus.com/fr>

ICS Courrier : <http://www.icscourier.ca/default.aspx>

1.2 Tâche à demander aux testeurs

Nous disposerons de quatre formats de courriels à envoyer à quatre sous population de testeurs, tirés au hasard, pour les mêmes tâches.

Groupe 1	Groupe 2
Site A : https://www.kangalou.com/fr Site B : http://www.expedibus.com/f	Site A : https://www.kangalou.com/fr Site B : http://www.icscourier.ca/
Groupe 3	Groupe 4
Site A : https://www.toutmontreal.com/logement-	Site A : https://www.toutmontreal.com/logement-a-

a-louer/ Site B : http://www.expedibus.com/fr	louer/ Site B : http://www.icscourier.ca/
--	--

1.2.1 Format de courriel

Bonjour,

Dans le cadre d'un essai en vue de l'obtention d'une maîtrise en génie logiciel à l'Université de Sherbrooke, nous sollicitons votre participation à une brève enquête en ligne (5 à 10 minutes). Cette enquête a pour but d'évaluer vos impressions des sites Web A et B.

Les données recueillies par cette étude et les compilations des résultats ne pourront en aucun cas mener à votre identification. Seule votre opinion compte !

Nous vous remercions à l'avance de votre participation à cette enquête.

Très cordialement,

Koffi A. HOUNNOU

Tâche du site A : Location d'un 4 ½ à Longueuil

1. *Merci de cliquer sur l'hyperlien suivant [A](#) afin de vous rendre sur le site de location d'appartement à tester.*
2. *À la page d'accueil du site, faites une recherche d'un appartement de type 4 ½ dans la ville de Longueuil*
3. *Choisissez un élément dans la liste de résultats de la recherche, lisez ensuite la description et visualisez les photos de l'appartement en question*
4. *Essayer de comprendre comment joindre l'annonceur*
5. *Pour finir cette tâche, merci de répondre au questionnaire à cette adresse*

<https://docs.google.com/forms/A>

Tâche du site B : Prendre connaissance du prix d'envoi d'un colis de 32 lb entre deux adresses :

- de « H2L0B2 » ou « Montréal » (Gare d'autocars de Montréal)
 - vers « J3P7Y9 » ou « Sorel » (Terminus Citsv)
1. Merci de cliquer sur l'hyperlien suivant [B](#) afin de vous rendre sur le site de distribution de colis par voie terrestre.
 2. Faites une recherche du coût d'expédition d'un colis de 32 lb à partir de « Gare d'autocars de Montréal » ou le code postal « H2L0B2 » vers « Sorel (Terminus Citsv) » ou le code postal « J3P7Y9 »
 3. Visualisez le résultat affiché
 4. Pour finir cette tâche, merci de répondre au questionnaire à cette adresse <https://docs.google.com/forms/B>

Annexe VIII

Tableau montrant les variables à étudier

La moyenne des scores obtenus par dimension est regroupée en fonction de la qualité du site (beau ou laid)

Aspect de l'UX	Sites beaux		Sites laids	
	Kangalou	ExpediBus	Tout Montréal	ICS Courrier
QP_2				
QP_3				
QP_5				
QP_6				
QHI_3				
QHI_4				
QHIS_2				
QHS_6				
BEAUTE				
VALEUR GLOBALE				