



Science Arts & Métiers (SAM)

is an open access repository that collects the work of Arts et Métiers Institute of Technology researchers and makes it freely available over the web where possible.

This is an author-deposited version published in: <https://sam.ensam.eu>
Handle ID: <http://hdl.handle.net/10985/23945>

To cite this version :

Noémie CHANIAUD, Sylvain FLEURY - L'ergonomie de conception prend-elle suffisamment en compte les interactions multi-utilisateurs ? Vers une construction d'outils méthodologiques d'une approche de conception centrée utilisateur pour les technologies multi-utilisateurs - In: EPIQUE 2023, France, 2023-07-06 - 12ème colloque de Psychologie Ergonomique - 2023

Any correspondence concerning this service should be sent to the repository

Administrator : scienceouverte@ensam.eu



CL : L'ergonomie de conception prend-elle suffisamment en compte les interactions multi-utilisateurs ? Vers une construction d'outils méthodologiques d'une approche de conception centrée utilisateur pour les technologies multi-utilisateurs.

Chaniaud Noémie^{1,2}, Fleury Sylvain³

1. Ecole Nationale Supérieure de Cognitique, Institut Polytechnique de Bordeaux – noemie.chaniaud@ensc.fr
2. IMS CNRS UMR5218, Laboratoire de l'Intégration du Matériau au Système – noemie.chaniaud@ims-bordeaux.fr
3. Arts et Métiers Institute of Technology, LAMPA, HESAM Université

RÉSUMÉ

La démarche de conception centrée utilisateur est devenue incontournable afin de s'assurer de l'utilité, de l'acceptation et de l'utilisabilité d'une nouvelle technologie. Néanmoins, l'émergence des technologies collaboratives et multi-utilisateurs (le métavers, la e-santé, l'industrie du futur, les jeux en ligne, l'enseignement à distance, les plateformes de mises en relation, etc.) soulève de nouveaux enjeux de conception auxquels les méthodes et les modèles ne sont pas adaptés. L'usage de ces technologies devient dépendant des attentes qu'ont les utilisateurs les uns par rapport aux autres. Dans ce présent acte, à travers 3 projets de recherche actuellement en cours, nous proposons des pistes de réflexion afin d'élargir la conception centrée utilisateur à ces nouvelles formes d'usages. Ces projets permettront une meilleure prise en compte des enjeux de la conception multi-utilisateur grâce aux développements de nouvelles méthodes, modèles et choix de conception ergonomiques dans un contexte de conception éthique et responsable.

MOTS-CLÉS

Conception centrée utilisateur, multi-utilisateur, interaction humain-machine, technologies émergentes, collaboration

1. INTRODUCTION

La démarche de Conception Centrée Utilisateur (CCU - en anglais *user-centered design*) a pour objectif de concevoir des produits/services adaptés aux utilisateurs finaux (Nielsen, 1993). L'intégration précoce des utilisateurs dans les processus de conception améliore la rentabilité temps/argent pour les entreprises ayant recours à cette démarche puisque ces derniers voient augmenter la potentielle adoption des nouveaux produits/services créés ou corrigés auprès des utilisateurs cibles. La démarche CCU se compose de 3 phases itératives (une phase d'analyse des caractéristiques des utilisateurs finaux et des environnements d'utilisation, une phase de conception et une phase d'évaluation). Le succès de son utilisation repose sur les choix des outils d'évaluation, l'identification des utilisateurs finaux intégrant leurs caractéristiques et leurs environnements, son approche itérative, le recours à une équipe de conception pluridisciplinaire, et la définition des fonctions d'interaction entre l'utilisateur et le dispositif ISO 9241-210 (2019). Dans ce présent acte,

nous questionnons d'abord l'approche de la CCU en prenant en compte ces limites et son adaptation aux nouvelles technologies collaboratives et multi-utilisateurs avant de proposer des pistes de réflexion.

1.1. L'évolution de la Conception Centrée Utilisateur.

La démarche CCU a subi de nombreuses modifications en fonction de l'évolution des usages et des technologies (anciennement ISO 9241-210, 2010, ISO 13407, 1999). Elle est née dans les années 80, alors que l'informatique grand public commençait tout juste à émerger. Depuis, des variantes sont apparues (p. ex., différentes versions de design thinking, double diamant, etc.) et les approches se sont enrichies avec diverses méthodes de tests (test guerilla, méthode RITE...), d'analyses heuristiques ou encore d'entretiens. La démarche CCU s'est peu à peu adaptée en fonction des nouvelles technologies, des nouvelles cibles et des nouveaux besoins en modernisant ses méthodes (Lindsay et al., 2012; Moget et al., 2014). Les méthodes CCU sont devenues des incontournables dans la boîte à outil de l'ergonome et sont utilisées dans la plupart des domaines intégrant de nouvelles technologies. Par exemple, dans le domaine de la santé connectée, la CCU est souvent incluse comme condition préalable au financement des projets de recherche tel que le *European Union's Horizon program*.

Néanmoins, devant les spécificités de certaines technologies, des chercheurs commencent à pointer les limites de cette démarche (p. ex. Bannon, 2011; Lespinet-Najib et al., 2017; Velsen et al., 2022). La CCU ne serait pas adaptée à la conception individualisée et personnalisée contrairement à la conception universelle ou participative (Lespinet-Najib et al., 2017). D'après Bannon (2011), la démarche CCU n'est pas suffisamment centrée sur l'humain. La prise en compte de l'utilisateur irait au-delà de la considération de ses exigences et donne la priorité à la compréhension des personnes, de leurs préoccupations, de leurs activités et, en particulier, de leurs valeurs et de leurs besoins plus fondamentaux lors de la conception de nouvelles technologies. D'après Forlizzi (2018), la CCU devrait inclure l'économie puisque les technologies sont de plus en plus conçues comme des services utilisés par de multiples parties prenantes. Une tendance notable s'oriente vers une conception pilotée par la communauté (Norman & Spencer, 2019). En effet, d'après Meyer et Norman (2020), les défis mondiaux actuels concernent des systèmes sociotechniques complexes qui nécessitent une approche ascendante où les communautés résolvent elles-mêmes des problèmes en collaboration. Ainsi, la démarche CCU doit donc s'adapter pour répondre aux nouveaux usages et aux nouvelles formes de technologie. Au regard des éléments de la littérature, énoncés précédemment, l'évolution de la CCU tend vers de nouvelles réflexions visant à inclure des perspectives et des dimensions supplémentaires dans un but de connaître et de comprendre davantage l'utilisateur final.

En parallèle, le développement des technologies numériques s'est accéléré avec l'arrivée d'internet, des smartphones ou encore des technologies immersives, qui soulèvent de nouvelles problématiques en termes d'usages, de conception et d'interactions. Les technologies deviennent des plateformes communautaires tournées vers l'autre et dépendant d'autrui et sa communauté (i.e., un groupe d'utilisateurs de la plateforme). Cela implique que pour fonctionner, certaines technologies ont besoin d'un nombre suffisant d'utilisateurs. Ces technologies n'ont d'autres fonctionnalités que de servir d'interface afin d'assister l'interaction humain-humain. La démarche CCU se doit de s'adapter à ces nouvelles conditions.

1.2. Nouveaux enjeux de la démarche de Conception Centrée Utilisateur à l'émergence de nouvelles technologies de plus en plus collaboratives.

Les technologies numériques sont de plus en plus sociales, universelles et collaboratives impliquant divers utilisateurs avec différents types d'interactions. Une application collaborative est un outil permettant de mettre en relation par l'intermédiaire d'une interface plusieurs utilisateurs. Cela concerne les jeux en ligne, la e-santé (entre un patient et son médecin), le commerce en ligne (un vendeur et un acheteur), les jeux vidéo (ils sont de plus en plus multi-joueurs, du fait que les joueurs

ont tendance à préférer avoir comme ennemi des humains plutôt qu'une intelligence artificielle ; Madan, 2020), etc. Les modalités d'interactions peuvent être synchrones (p. ex. visio-conférence, téléconsultation), asynchrones (p. ex. chat, forum, messagerie), symétriques (les utilisateurs ont le même statut : par exemple deux joueurs dans les jeux en lignes) ou encore asymétriques (les utilisateurs n'ont pas le même statut : un soignant et un soigné, un enseignant et un apprenant, etc.). Dans le cas des plateformes multi-utilisateurs mettant en relation plusieurs catégories d'utilisateurs aux rôles différents, l'acceptation, l'expérience utilisateur et l'utilité pourraient être liées aux attentes envers les autres utilisateurs (ou futurs utilisateurs), à leurs caractéristiques et à leur capacité à répondre à ses attentes ou plus simplement à la présence d'une communauté (Fleury & Chaniaud, 2023).

Il existe d'ores et déjà de nombreux exemples démontrant l'impact des caractéristiques multi-utilisateurs d'une technologie sur l'expérience d'un utilisateur. Par exemple, le discours d'un médecin anesthésiste lors d'une consultation impacte le *risque perçu* d'un patient utilisateur sortant de chirurgie ambulatoire dans l'utilisation d'une application de suivi à distance et donc impactant directement l'utilisabilité de cette application (Chaniaud, 2020). Le patient sera plus enclin à prendre son temps pour manipuler le dispositif de monitoring (et réduira le risque d'erreur de manipulation) s'il est conscient des risques réels d'une mauvaise utilisation préalablement présentés par l'anesthésiste lors d'une consultation. Ce même médecin sera plus favorable à utiliser le dispositif de suivi à distance si le patient est rigoureux dans son utilisation. Chaque partie prenante a des attentes vis-à-vis de l'utilisateur cible et *vice versa*. C'est également le cas des expériences des utilisateurs du co-voiturage longue distance (Cahour et al., 2018). Dans l'étude de Cahour et al. (2018), les auteurs ont montré que les utilisateurs ont des attentes différentes en fonction de leur rôle (conducteur ou passager). La prise en compte de ces attentes (e.g., présentations des passagers entre eux, gestions des bagages, informations sur le voyage) est essentielle pour une expérience réussie, sa répétition et donc pour l'engagement dans ce type de services associés à l'économie collaborative.

Dans des applications de ce type, l'expérience de l'utilisateur et sa satisfaction dépendent vraisemblablement plus des caractéristiques de la communauté d'utilisateurs que de choix d'ergonomie d'interface qui dans ce cas pourraient apparaître plus secondaires.

Les premières conceptions des interfaces multi-utilisateurs présentent déjà les lacunes d'une mauvaise intégration des divers utilisateurs. Par exemple, dans le domaine de l'apprentissage en réalité virtuelle, les recherches utilisateurs sont généralement centrées sur l'apprenant et oublient la présence de l'enseignant (p. ex. Hamilton et al., 2021). Ce dernier se retrouve souvent sans interface dédiée pour animer les sessions de cours. De plus, l'émergence de ces technologies sociales font apparaître de nouveaux comportements négatifs pouvant mener à des discriminations (p. ex. Carol et al., 2019; Su & Mattila, 2020). Ces maux sont les symptômes de mauvais choix de conception associés à un besoin de mise à jour de la démarche CCU aux contraintes des technologies multi-utilisateurs.

Aujourd'hui, à notre connaissance, aucune étude dans le domaine de la conception d'interface n'a porté sur la théorisation du processus de conception des technologies multi-utilisateurs, probablement parce que cette problématique n'est pas suffisamment claire et commence seulement à être référencée (p. ex. Bhattacharyya et al., 2020; Fleury et al., 2017; Fleury & Chaniaud, 2023). Au regard de la littérature et des exemples précédemment cités, nous faisons le constat d'un manquement de prise en compte des interactions entre les utilisateurs dans le processus de CCU pouvant impacter directement l'adoption et l'expérience utilisateur (Fleury & Chaniaud, 2023). Plus concrètement, nous constatons que ces problèmes liés à la non prise en compte des aspects multi-utilisateurs proviennent de méthodes inadaptées. Nous constatons également que les modèles issus des grands domaines de l'ergonomie sont également à mettre à jour afin d'intégrer ces technologies multi-utilisateurs. Enfin, la démarche CCU devrait également intégrer des propositions de conception afin de limiter les comportements négatifs que l'on peut retrouver sur les plateformes collaboratives

et multi-utilisateurs. Au regard des limites de la CCU préalablement énoncées pour les technologies numériques multi-utilisateurs, nous proposons des pistes de recherche en cours afin de répondre à ces lacunes identifiées.

2. PISTES DE RECHERCHE POUR UNE CONCEPTION CENTREE MULTI-UTILISATEUR

2.1. Vers une mesure du “Multi-User eXperience” (MUX)

Aujourd’hui, l’évaluation de l’expérience utilisateur est une démarche relativement commune pour les concepteurs de technologies digitales. Les deux modèles majeurs de l’expérience utilisateur sont celui d’Hassenzahl, (2004) et celui de Mahlke (2008). Ces deux modèles décrivent l’expérience utilisateur comme reposant sur des caractéristiques utilitaires du produit (utilité, utilisabilité) et des caractéristiques hédoniques (confort, plaisir, amusement, stimulation, etc.). Le modèle de Mahlke met davantage l’accent sur les réactions émotionnelles des utilisateurs, les jugements (concernant le produit) et les comportements (d’usage du produit ou de choix d’une alternative) qui vont être issus de l’expérience utilisateur.

L’expérience utilisateur est donc un phénomène psychologique multicomponentiel qui est habituellement mesuré par questionnaire. Un des questionnaires les plus populaires est l’ATTRAKDIFF (Hassenzahl et al., 2003). Ses items mesurent les qualités pragmatiques (utilité et utilisabilité, ce qui va aider à l’atteinte des objectifs) et les qualités hédoniques (ce qui va apporter du plaisir à l’utilisateur, la stimulation, l’identification et l’attractivité). Le meCUE est un autre questionnaire mesurant l’expérience utilisateur, basé sur la perception du produit (utilité, utilisabilité, esthétique, etc.), les émotions (positives et négatives) et les conséquences en termes d’usage (Lallemant & Koenig, 2017). Enfin, le User Experience Questionnaire (UEQ) fait aussi partie des plus utilisés. Il mesure l’attractivité, la facilité de prise en main, l’efficacité, la fiabilité, la stimulation et la nouveauté (Schrepp et al., 2017).

Nous constatons qu’aucun modèle ni questionnaire concernant l’expérience utilisateur ne traite du rôle des autres utilisateurs du produit. Certaines adaptations ont été réalisées pour prendre en compte des contextes spécifiques ou encore certains types de technologies, mais aucun n’inclut de dimension concernant l’aspect multi-utilisateur d’une technologie. Pourtant, il existe de nombreux exemples de situations dans lesquelles l’expérience utilisateur est intrinsèquement liée à l’aspect multi-utilisateur et la manière dont les interactions avec les autres utilisateurs se déroulent. L’objectif du projet MUX est de valider une échelle évaluant le “Multi-User eXperience” (MUX). Cette échelle pourrait inclure des dimensions renvoyant spécifiquement à l’expérience en termes d’interactions sociales et aux attentes vis-à-vis des autres utilisateurs :

- La présence sociale, c’est-à-dire le sentiment d’être avec la personne. Cet aspect semble important pour les outils de communication à distance en particulier ;
- L’agréabilité des interactions humain-humain ;
- L’adéquation aux besoins, équivalent social de l’utilité perçue, les profils des autres utilisateurs peuvent être plus ou moins adéquats pour répondre aux besoins d’un utilisateur donné. Afin de satisfaire les divers besoins de ces utilisateurs, les technologies collaboratives ont besoin d’un vivier suffisant d’utilisateurs. Par exemple, dans les plateformes de mises en relation, il faut une parfaite adéquation entre les besoins d’un vendeur et d’un acheteur. Pour augmenter cette probabilité de rencontre pour satisfaire les utilisateurs, il est nécessaire d’avoir suffisamment d’acheteurs et de vendeurs. De même, dans une plateforme de jeu en ligne, les utilisateurs ont besoin d’appartenir à une communauté suffisamment importante afin de trouver des partenaires pour jouer lorsqu’ils le souhaitent ;

- L'adéquation aux attentes, par exemple, un joueur de jeu en ligne peut préférer affronter des joueurs d'un niveau d'entraînement équivalent, ou un covoitureur peut souhaiter privilégier le choix d'un véhicule confortable.

2.2. Vers une conception plus éthique : projet collab'éthique

Malgré leurs nombreux avantages, les dispositifs multi-utilisateurs peuvent également être la source de comportements préjudiciables. Par exemple, les plateformes de mise en relation pour les échanges de services ou de biens (UBER, AIRBnB, leboncoin, BLABLACAR, etc.) peuvent conduire à des discriminations de genre (Su & Mattila, 2020) et ethniques (Carol et al., 2019). Ces conséquences néfastes sont notamment le résultat de choix de conception, par exemple avec des interfaces qui incitent les utilisateurs à afficher leur nom ou leur photo. Une meilleure prise en compte des besoins, contraintes et attentes des utilisateurs en relation avec leurs co-utilisateurs permettrait de faire évoluer les technologies vers de nouvelles innovations plus respectueuses de l'humain, de l'environnement et de la société.

Le projet *collab'éthique*, d'une durée de 9 mois, réalisé par les étudiants en ingénierie cognitive, a pour objectif de proposer des pistes de solutions pour rendre les interfaces moins discriminantes.

Des entretiens sont actuellement conduits auprès d'utilisateurs d'une plateforme collaborative de location courte durée de logements. Il s'agira de mieux comprendre les comportements de discrimination en analysant les critères de choix mobilisés par les usagers pour déterminer le choix d'un hôte. Les étudiants pourront ensuite valider leurs idées en testant leurs maquettes comparées à l'application existante sans dégrader l'expérience utilisateur et conserver la confiance dans la plateforme et ses utilisateurs. L'objectif est de déboucher sur des préconisations qui permettraient de proposer des interfaces multi-utilisateurs plus éthiques, conçues pour éviter de favoriser des comportements préjudiciables tels que des discriminations de genre, d'âge ou de couleur de peau.

2.3. Vers une approche multi-utilisateur : conception d'un monde virtuel

Les mondes virtuels sont des univers numériques qui permettent aux utilisateurs de naviguer, d'interagir et de s'immerger dans un environnement virtuel. Les mondes virtuels ont un potentiel d'application dans divers domaines, tels que la formation, l'éducation, le divertissement, l'architecture, la recherche, la médecine, les affaires et plus encore. L'un des usages les plus courants des mondes virtuels est dans le domaine de la formation et de l'éducation. Les mondes virtuels peuvent être utilisés pour créer des simulations d'apprentissage interactives qui permettent aux étudiants de s'entraîner dans des environnements réalistes, sans les risques associés à la réalité. Ils peuvent également être utilisés pour créer des expériences d'apprentissage immersives, comme des visites virtuelles de musées ou des excursions virtuelles à travers des paysages historiques.

Les mondes virtuels pour la formation font partie des dispositifs technologiques s'adressant à des catégories d'utilisateurs différents (*a minima* enseignants et apprenants) qui sont amenés à interagir par ce biais. Pourtant, les démarches de conception de ces outils, lorsqu'elles sont décrites dans la littérature, suivent une démarche classique de CCU sans adaptation spécifique (p. ex. Jovanović, Aleksandar & Aleksandar Milosavljević, 2022 ; Minocha & Reeves, 2010).

Partant de ce constat, nous conduisons la conception d'un monde virtuel pédagogique en appliquant les préconisations générales sur la conception d'outils multi-utilisateurs de Fleury et Chaniaud (2023). Plus spécifiquement, étant actuellement dans les phases amont du projet, c'est une démarche de "recherche multi-utilisateur" qui est déployée, i.e. d'analyse des besoins et des attentes des futurs utilisateurs concernant l'outil, mais aussi concernant la communauté d'utilisateurs elle-même. Trois étapes principales sont déployées dans le cadre de cette démarche :

- Multi-user stories - les “user-stories” sont des descriptions en langage naturel des usages du dispositif en prenant la perspective de l'utilisateur final. Dans le cas des “multi-user stories”, le principe est le même, mais nécessite d'intégrer dans les histoires différents types d'utilisateurs et leurs interactions à travers l'outil.
- Des ateliers d'idéations avec les différents profils ont été conduits. Un focus group avec des enseignants futurs utilisateurs potentiels de l'outil a été conduit pour affiner et prioriser les besoins et élaborer des solutions, puis un atelier d'idéation a été mené avec un groupe de 40 étudiants, eux aussi futurs utilisateurs du dispositif.
- Des “tests multi-utilisateurs” sont à venir sur des premiers prototypes, c'est-à-dire des mises en situation d'usage à plusieurs en donnant de la place dans les entretiens aux questions spécifiques aux rapports avec les autres utilisateurs.

3. CONCLUSION

Comme cela a été évoqué plus haut, les méthodes de conception évoluent au cours du temps au fur et à mesure que de nouvelles problématiques émergent. La Conception Centrée Utilisateur, dont la spécificité est de permettre une bonne adéquation du produit avec les caractéristiques des utilisateurs, s'est dotée de nombreux outils méthodologiques pour être en mesure de s'adapter à une grande diversité de situations de conception.

Nous évoquons dans cet acte la nécessité de l'introduction d'une approche de conception prenant en compte les spécificités des applications collaboratives pour lesquelles le rapport à la communauté d'utilisateur apparaît comme un facteur central de l'expérience utilisateur et de l'acceptation du dispositif. Il est donc nécessaire de concevoir à présent les outils méthodologiques qui permettront de mettre en œuvre cette approche de conception multi-utilisateur.

Plusieurs outils en cours de conception ou d'exploration sont évoqués à travers les 3 projets mentionnés. Une échelle d'expérience Multi-Utilisateur sera standardisée pour évaluer les composantes de l'expérience utilisateur qui sont relatives à la communauté d'utilisateurs, sur un plan pragmatique et hédonique. Des guidelines pour concevoir des interfaces multi-utilisateurs éthiques sont aussi en cours d'élaboration. Cela permettra aux concepteurs d'éviter de faire des choix de design qui auraient tendance à favoriser des comportements préjudiciables tels que les comportements haineux ou la discrimination par exemple. Enfin, les méthodes de recherche utilisateur adaptées aux applications collaboratives sont en cours d'exploration. Sont mis en œuvre dans ce contexte la création de multi-user stories, de focus group et d'ateliers d'idéations avec des profils d'utilisateurs différents et complémentaires, mais aussi de tests multi-utilisateurs.

Ces quelques projets en cours ne suffiront pas à constituer l'ensemble des outils méthodologiques pour une adaptation complète de la Conception Centrée Utilisateur à des outils collaboratifs. Différents outils mentionnés par Fleury et Chaniaud (2023) restent encore à développer, tels que des clusters de persona, ou encore un modèle de l'acceptation technologique intégrant une ou plusieurs dimensions concernant les attentes vis-à-vis des autres utilisateurs. Nous espérons que d'autres chercheurs se saisiront de ces sujets pour contribuer à améliorer les méthodes de conception.

4. BIBLIOGRAPHIE

Bannon, L. (2011). Reimagining HCI : Toward a more human-centered perspective. *Interactions*, 18(4), 50-57. <https://doi.org/10.1145/1978822.1978833>

Bhattacharyya, S. S., Verma, S., & Sampath, G. (2020). Ethical expectations and ethnocentric thinking : Exploring the adequacy of technology acceptance model for millennial consumers on multisided

platforms. *International Journal of Ethics and Systems*, 36(4), 465-489. <https://doi.org/10.1108/IJOES-04-2020-0039>

Cahour, B., Licoppe, C., & Créno, L. (2018). Articulation fine des données vidéo et des entretiens d'auto-confrontation explicite : Étude de cas d'interactions en covoiturage. *Le travail humain*, 81(4), 269-305. <https://doi.org/10.3917/th.814.0269>

Carol, S., Eich, D., Keller, M., Steiner, F., & Storz, K. (2019). Who can ride along? Discrimination in a German carpooling market. *Population, Space and Place*, 25(8), e2249. <https://doi.org/10.1002/psp.2249>

Chaniaud, N. (2020). *L'évaluation ergonomique de dispositifs connectés en santé pour le domicile patient dans le cadre de la chirurgie ambulatoire : Vers un modèle de l'utilisabilité adapté à la e-santé* [Thèse de doctorat, Amiens]. <http://www.theses.fr/2020AMIE0015>

Fleury, F., & Chaniaud, N. (2023). Multi-user centered design : Acceptance, user experience, user research and user testing. *Theoretical Issues in Ergonomics Science*, 0(0), 1-16. <https://doi.org/10.1080/1463922X.2023.2166623>

Fleury, S., Tom, A., Jamet, E., & Colas-Maheux, E. (2017). What drives corporate carsharing acceptance? A French case study. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 45, 218. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2016.12.004>

Forlizzi, J. (2018). Moving beyond user-centered design. *Interactions*, 25(5), 22-23. <https://doi.org/10.1145/3239558>

Hamilton, D., McKechnie, J., Edgerton, E., & Wilson, C. (2021). Implementing immersive virtual reality in higher education : A qualitative study of instructor attitudes and perspectives. *Innovative Practice in Higher Education*, 4(2), 206-238.

Hassenzahl, M. (2004). The Thing and I : Understanding the Relationship Between User and Product. In M. A. Blythe, K. Overbeeke, A. F. Monk, & P. C. Wright (Éds.), *Funology : From Usability to Enjoyment* (p. 31-42). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/1-4020-2967-5_4

Hassenzahl, M., Burmester, M., & Koller, F. (2003). AttrakDiff: Ein Fragebogen zur Messung wahrgenommener hedonischer und pragmatischer Qualität. In G. Szwillus & J. Ziegler (Éds.), *Mensch & Computer 2003 : Interaktion in Bewegung* (p. 187-196). Vieweg+Teubner Verlag. https://doi.org/10.1007/978-3-322-80058-9_19

ISO 13407:1999 (1999). Processus de conception centrée sur l'opérateur humain pour les systèmes interactifs. ISO. <https://www.iso.org/fr/standard/21197.html>

ISO 9241-210:2010 (2010). Ergonomie de l'interaction homme-système — Partie 210 : Conception centrée sur l'opérateur humain pour les systèmes interactifs. ISO. <https://www.iso.org/fr/standard/52075.html>

ISO 9241-210:2019 (2019). Ergonomie de l'interaction homme-système — Partie 210 : Conception centrée sur l'opérateur humain pour les systèmes interactifs. ISO. <https://www.iso.org/fr/standard/77520.html>

Jovanović, Aleksandar, and Aleksandar Milosavljević. (2022). VoRtex Metaverse platform for gamified collaborative learning. *Electronics*, 11(3), 317.

Lallemand, C., & Koenig, V. (2017). "How Could an Intranet be Like a Friend to Me?"—Why Standardized UX Scales Don't Always Fit. <https://doi.org/10.1145/3121283.3121288>

- Lespinet-Najib, V., Roche, A., & Chibaudel, Q. (2017). Santé et handicap : D'une conception centrée « utilisateur » à la conception universelle. *Annales des Mines - Réalités industrielles*, Mai 2017(2), 25-27. <https://doi.org/10.3917/rindu1.172.0025>
- Lindsay, S., Jackson, D., Schofield, G., & Olivier, P. (2012). Engaging older people using participatory design. *Conference Proceedings - The 30th ACM Conference on Human Factors in Computing Systems, CHI 2012*, 1199-1208. <https://doi.org/10.1145/2207676.2208570>
- Madan, C. R. (2020). Considerations for Comparing Video Game AI Agents with Humans. *Challenges*, 11(2), Art. 2. <https://doi.org/10.3390/challe11020018>
- Mahlke, S. (2008). *User Experience of Interaction with Technical Systems : Theories, Methods, Empirical Results, and Their Application to the Development of Interactive Systems*. Saarbrücken, Germany : VDM Verlag.
- Meyer, M. W., & Norman, D. (2020). Changing Design Education for the 21st Century. *She Ji: The Journal of Design, Economics, and Innovation*, 6(1), 13-49. <https://doi.org/10.1016/j.sheji.2019.12.002>
- Minocha, S., & Reeves, A. (2010). Design of learning spaces in 3D virtual worlds : An empirical investigation of Second Life. *Learning, Media and Technology*, 35(2), Art. 2.
- Moget, C., Bonnardel, N., & Galy, É. (2014). Ergonomie prospective et âge : Proposition de méthodes nouvelles pour la conception d'un système de maintien à domicile. *Le travail humain*, Vol. 77(3), Art. 3. <https://doi.org/10.3917/th.773.0231>
- Nielsen, J. (1993). *Usability Engineering*. Morgan Kaufmann Publishers Inc.
- Norman, D., & Spencer, E. (2019, fev -12). COMMUNITY-BASED, HUMAN-CENTERED DESIGN. *Thought Based upon a Talk at the 2019 World Government Summit*. <https://jnd.org/community-based-human-centered-design/>
- Schrepp, M., Thomaschewski, J., & Hinderks, A. (2017). Design and Evaluation of a Short Version of the User Experience Questionnaire (UEQ-S). *International Journal of Interactive Multimedia and Artificial Intelligence*, 4(Regular Issue). <https://www.ijimai.org/journal/bibcite/reference/2634>
- Su, N., & Mattila, A. S. (2020). Does gender bias exist? The impact of gender congruity on consumer's Airbnb booking intention and the mediating role of trust. *International Journal of Hospitality Management*, 89, 102405. <https://doi.org/10.1016/j.ijhm.2019.102405>
- Velsen, L. van, Ludden, G., & Grünloh, C. (2022). The Limitations of User-and Human-Centered Design in an eHealth Context and How to Move Beyond Them. *Journal of Medical Internet Research*, 24(10), e37341. <https://doi.org/10.2196/37341>