



HAL
open science

Tangibilité et engagement dans un comportement environnemental : Vers une étude longitudinale

Elodie Bouzekri, Guillaume Rivière

► **To cite this version:**

Elodie Bouzekri, Guillaume Rivière. Tangibilité et engagement dans un comportement environnemental : Vers une étude longitudinale. 33e conférence internationale francophone sur l'Interaction Humain-Machine (IHM'22), AFIHM, Apr 2022, Namur, Belgique. 10.1145/3502178.3529110 . hal-03847544

HAL Id: hal-03847544

<https://hal.science/hal-03847544v1>

Submitted on 17 Nov 2022

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Tangibilité et engagement dans un comportement environnemental : Vers une étude longitudinale

Tangibility and Engagement in Environmental Behavior: Toward a Longitudinal Study

Elodie Bouzekri

elodie.bouzekri@estia.fr

Univ. Bordeaux, ESTIA INSTITUTE OF TECHNOLOGY
Bidart, France

Guillaume Rivière

g.riviere@estia.fr

Univ. Bordeaux, ESTIA INSTITUTE OF TECHNOLOGY
Bidart, France

ABSTRACT

Many interfaces have been proposed to support environmental behavior in domestic spaces. However in France, according to INSEE we spent in 2019 1680 hours working on average, often in a dedicated place where an environmental behavior can also be adopted. A preliminary study suggests an increase in hedonic and pragmatic qualities of a tangible eco-feedback interface in the workplace. We propose to explore this trend through a longitudinal study. We outline the theoretical and experimental motivations for this future study also introduced in this paper.

RÉSUMÉ

De nombreuses interfaces ont été proposées afin d'accompagner un comportement environnemental dans les espaces domestiques. Cependant, d'après l'INSEE nous passons en 2019 1680 heures à travailler en moyenne, souvent dans un lieu dédié sur lequel un comportement environnemental peut également être adopté. Une étude préliminaire suggère une augmentation des qualités hédoniques et pragmatiques d'une interface tangible à éco-feedback sur le lieu de travail. Nous proposons d'explorer cette tendance à travers une étude longitudinale. Nous exposons les motivations théoriques et expérimentales de cette future étude également introduite dans le présent article.

CCS CONCEPTS

• **Human-centered computing** → **Empirical studies in HCI**; *Field studies*; • **Social and professional topics** → **Sustainability**.

KEYWORDS

Sustainable HCI, Tangible User Interfaces, Human-Work Interaction, Longitudinal Study, Protocol.

MOTS CLÉS

IHM durable, Interfaces tangibles, Interaction humain-travail, Étude longitudinale, Protocole.

ACM Reference Format:

Elodie Bouzekri and Guillaume Rivière. 2022. Tangibilité et engagement dans un comportement environnemental : Vers une étude longitudinale: Tangibility and Engagement in Environmental Behavior: Toward a Longitudinal

IHM '22 Adjunct, April 5–8, 2022, Namur, Belgium

© 2022 Copyright held by the owner/author(s). Publication rights licensed to ACM. This is the author's version of the work. The definitive version of record was published in *IHM '22 Adjunct: Adjunct Proceedings of the 33rd Conference on l'Interaction Humain-Machine*. ACM ISBN 978-1-4503-9198-6/22/04. <https://doi.org/10.1145/3502178.3529110>

Study. In *IHM '22: Proceedings of the 33rd Conference on l'Interaction Humain-Machine: Adjunct (IHM '22 Adjunct)*, April 5–8, 2022, Namur, Belgium. ACM, New York, NY, USA, 6 pages. <https://doi.org/10.1145/3502178.3529110>

1 INTRODUCTION

Le contact avec la Nature a de nombreux effets bénéfiques pour les humains dont sur leur bien-être [28]. Cependant, un mode de vie urbain participe à une perte des relations affectives et cognitives (ex. connaissance des noms des espèces animales et végétales) avec la Nature [2]. D'autant plus que le travail peut s'effectuer dans un espace clos face à un ordinateur. Sur de tels lieux de travail, promouvoir une diminution drastique de la consommation énergétique et davantage de contact avec la Nature peut ne pas être conciliable avec les activités qui y sont menées. Sur le lieu de travail, nous parlerons de comportement pro-environnemental lors : d'éco-initiatives (ex. réutiliser du papier), d'un engagement écocivique (ex. participer aux événements environnementaux de l'organisation) et d'éco-aide auprès des autres employés (ex. encourager les collègues à adopter un comportement environnemental) [30]. Dans le domaine de l'IHM, et plus précisément l'IHM durable (SHCI), les interfaces à éco-feedback présentent les ressources consommées de manière à provoquer chez les utilisateurs un changement de comportement [11] que nous proposons d'explorer à travers une étude longitudinale.

2 ACCOMPAGNEMENT VERS UN CHANGEMENT DE COMPORTEMENT ENVIRONNEMENTAL

Afin d'accompagner les utilisateurs vers un changement de comportement environnemental, l'expérience utilisateur véhiculée par le système doit inciter l'utilisateur à s'engager dans la réalisation de buts davantage environnementaux.

2.1 Évolution de l'expérience utilisateur et engagement dans une nouvelle pratique

L'**expérience utilisateur** est l'ensemble des affects suscités par l'interaction entre un utilisateur et un système [produit] incluant le degré avec lequel tous nos sens sont gratifiés (expérience esthétique), les sens que nous attachons au système [produit] (expérience de signification) et les sensations et émotions qui sont élicitées (expérience émotionnelle) [9]. Winckler et al. identifient les six dimensions de l'expérience utilisateur les plus souvent décrites dans la littérature [40], dont l'expérience visuelle et esthétique, l'identification, ou la signification et la valeur, mais aussi la stimulation, l'émotion, et la connexion sociale ou co-expérience

que nous explorons particulièrement. À cela, il faut préciser que l'expérience utilisateur est dynamique. Karapanos et al. [20] définissent un modèle en trois phases de la temporalité de l'expérience utilisateur dans l'adoption d'un système : orientation, incorporation et identification. Pendant la première phase, la nouveauté induit une stimulation de l'utilisateur. Harbich et Hassenzhal [14] montrent dans une étude que la stimulation est un fort prédicteur de l'engagement (c.-à-d. être motivé et persister à atteindre l'ensemble des buts). La familiarité avec le système permet de passer dans la seconde phase où l'utilisateur est plus sensible à l'utilité perçue et l'utilisabilité à long terme du système. Pendant la dernière phase, l'attachement émotionnel au système et le rôle social (ex. se différencier ou se connecter aux autres) que le système joue sont les aspects prépondérants.

2.2 Tangibilité, confiance et rapport social

La **transparence** est à la qualité d'une interface relative à sa capacité à permettre à un utilisateur [opérateur] de comprendre l'intention, les performances, les futurs plans d'action et le processus de raisonnement du système (semi-) autonomes [agent intelligent] [3]. García García et al. [12] ont menés une étude sur l'utilisation des animations sur la transparence et la perception de la performance du système par les utilisateurs. Ils rapportent que les animations influencent positivement la perception de la performance de ce système lorsqu'elles correspondent au modèle mental de l'utilisateur et permet à celui-ci d'inférer les futures actions du système [12]. Bien que des exceptions existent (ex. [16]), il semble exister une relation positive entre transparence et confiance envers le système autonome [27]. Une telle relation est également possible pour l'automatisation dans la vie de tous les jours, notamment pour les systèmes de recommandation [33]. Nowacka et al. proposent de prendre en compte, lors de la conception, le caractère autonome des systèmes tangibles afin de supporter davantage le rapport social utilisateur-système tangible et l'attachement émotionnel au système [29].

2.3 Brève introduction à la Connexion à la Nature

La **Connexion à la Nature** se réfère à un état stable de conscience comprenant des dimensions cognitives (perceptions, connaissances et croyances), affectives (sentiments et émotions) et expérientielles (actions et expériences avec et dans la Nature) symbiotiques qui reflètent une prise de conscience de l'interdépendance entre soi et le reste de la Nature [41]. La propension des personnes à réaliser un comportement environnemental dépend de leur degré de connexion à la Nature. Comme le rapporte Zylstra et ses collègues dans leur revue de la littérature [41], plusieurs études empiriques permettent d'affirmer que la connexion à la Nature est un fort prédicteur d'un comportement environnemental. Ainsi, les utilisateurs ayant une forte connexion à la Nature seront plus susceptibles de déjà présenter un comportement environnemental ou de modifier leur comportement pour un comportement plus environnemental. Également, la relation inverse est possible. Ernest et Theimer [10] montrent que réaliser un comportement environnemental renforce la connexion à la Nature des enfants.

La Connexion à la Nature inclut la propension propre à chacun de se sentir appartenir à la Nature [35], le sentiment d'affection et de proximité émotionnelle avec la Nature [31]. Cette définition regroupe sous une même appellation plusieurs concepts définis par différents auteurs, par exemple : *Nature Relatedness* [28], *Connect- edness to Nature* [26] ou *Love and Care for Nature* [31] qui diffèrent par l'importance donnée à chacune des trois dimensions.

3 TRAVAUX FUTURS : ÉTUDE LONGITUDINALE D'UN CHANGEMENT DE COMPORTEMENT ÉCOLOGIQUE SUR LE LIEU DE TRAVAIL

Nous nous proposons d'étudier l'impact de la modalité de présentation des données sur l'engagement dans un comportement environnemental socialement partagé accompagné par le système. Afin d'étudier expérimentalement un changement de comportement, trois approches sont possibles : transversales, longitudinales et rétrospectives (voir Table 1). Il existe également des approches en combinant plusieurs [23].

3.1 Études longitudinales et transversales

Les études longitudinales permettent d'étudier les changements de comportements, car elles consistent en des mesures répétées de variables sur de mêmes groupes [32]. Les études transversales sont problématiques pour étudier un changement, car les différences entre les groupes à un point dans le temps ne représentent pas un changement [32]. Également, la variabilité mesurée à un moment donné peut être très différente de la variabilité au fil du temps [32]. Il existe des limitations aux études longitudinales comme la perte de participants, la difficulté à maîtriser les variables entraînant aussi des difficultés dans l'analyse statistique des données longitudinales. Malgré ces limitations inhérentes aux études longitudinales, elles constituent une approche utile pour étudier sur le long terme l'engagement et l'expérience utilisateur [17]. Cependant, une définition des études longitudinales propre au domaine de l'IHM reste à définir [22].

3.2 Études rétrospectives

Par ailleurs, différents outils permettant de mesurer l'expérience utilisateur de manière rétrospective ont été proposés comme l'utilisation de courbes décrivant l'évolution de l'expérience au cours du temps (UX Curve [24], DrawUX [38], UX Graph [25], Analytic Scale [18] et iScale [19]), des entretiens (CORPUS [39]) et des descriptions textuelles avec une évaluation des différentes phases de l'usage du système (ERM [25]). Nous proposons de combiner une approche longitudinale à une approche rétrospective, ceci afin de mesurer l'évolution de l'expérience effective et mémorisée.

3.3 Impact de la modalité sur l'engagement : Une quasi-expérimentation longitudinale

À travers une quasi-expérimentation longitudinale, nous proposons d'étudier la relation entre la modalité de présentation des données et l'engagement dans un comportement environnemental socialement partagé.

Table 1: Les trois principales approches [17] pour la mesure d'un changement et leurs principales limitations.

Approche	Transversale	Longitudinale	Rétrospective
Mesure du changement	Mesures à différents temps d'usage.	Mesures répétées au cours du temps.	Mesure après une période d'usage.
Nombre de vagues de mesures	1	3 [32]	1
Nombre minimum de groupes	2	1	1
Limitations	Ne mesure pas un changement [32].	Perte de participants et diminution de la qualité des mesures.	Expérience mémorisée.

3.3.1 Une interface tangible à changement de forme à éco-feedback.

Afin de faire prendre conscience aux utilisateurs de l'impact de leurs actions sur l'environnement, les interfaces à éco-feedback affichent un retour sur ces actions [11] (exemples : ressources consommées, déchets produits, états de ressources). La connaissance des utilisateurs relative à l'impact des actions humaines sur l'environnement n'est qu'un des facteurs contribuant à un comportement environnemental (voir section 2.3), concevoir des systèmes définissant des buts environnementaux et prenant en compte l'engagement des utilisateurs dans la poursuite de ces buts peuvent être associés à ce retour d'information [11]. Nous proposons d'introduire sur le lieu de travail un histogramme physique à changement de forme, affichant les pics de production d'énergie renouvelable (ex. CairnFORM [7] visible en Figure 1a). Ceci, afin de permettre aux utilisateurs de modifier leur utilisation des appareils électriques pendant les heures de travail. Nous proposons aux utilisateurs de consommer davantage d'électricité de sources renouvelables que d'électricité de sources non renouvelables. Une série d'anneaux, représentant un histogramme, agrandissent ou réduisent leur diamètre afin de matérialiser les taux de production d'énergie renouvelable heure par heure. Par exemple, sur la Figure 2, les anneaux de 10h et 11h ne sont pas déployés car le taux de production d'énergie renouvelable est nul ou très faible. Les anneaux de 12h à 17h sont déployés pour représenter une production d'énergie renouvelable locale.

Ce système est animé et notifie par le mouvement lors de mises à jour des taux de production d'énergie renouvelable. Le taux d'énergie renouvelable consommé par le groupe d'utilisateur est affiché par le blanchiment des anneaux verts. Par exemple, sur la Figure 2, l'anneau de 14h est blanc car le groupe d'utilisateurs a rechargé ses ordinateurs portables durant cette heure. De précédentes études ont déjà montré l'efficacité et l'efficacité de ce système pour identifier les pics de production et percevoir leurs mises à jour [8].

3.3.2 Résultats de l'étude préliminaire.

Cette future étude longitudinale est motivée par les résultats d'une étude préliminaire [5, 6]. Cette étude a, sur une durée de deux mois, introduit deux systèmes différents entre eux par la modalité de présentation des données énergétiques : un système tangible (CairnFORM) et non tangible (CairnSCREEN, visible en Figure 1b), sur les lieux de travail de doctorants. Chaque groupe n'a été exposé qu'à une seule des conditions. De manière inattendue, mais sans différences significatives sur six participants (deux groupes de trois), les qualités hédoniques et pragmatiques de CairnFORM sont plus élevées à la fin de l'expérimentation qu'au début et les qualités hédoniques et pragmatiques de CairnSCREEN sont plus basses à la fin de

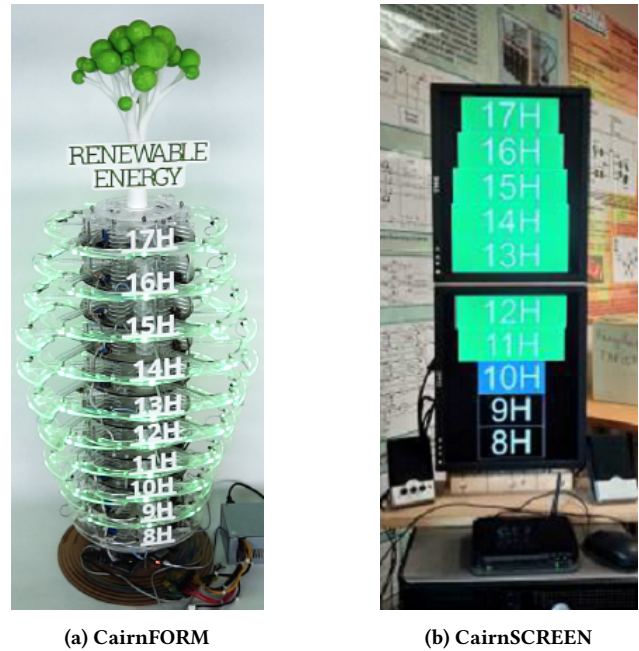


Figure 1: Premières versions de CairnFORM [7] et de CairnSCREEN utilisées lors de l'étude préliminaire [6].

l'expérimentation qu'au début. Le retour d'un utilisateur illustre l'engagement des utilisateurs dans la réalisation de la tâche "Au début de l'expérimentation, c'était le prototype qui me motivait. Je voulais voir comment est ce qu'il changeait si je charge ma batterie", puis "À la fin de l'expérimentation, la pratique est devenue un réflexe, un automatisme". En termes d'utilisabilité, une économie de la consommation d'énergie non renouvelable et une augmentation de la consommation de l'énergie renouvelable a été observée avec les deux systèmes. Notre objectif est donc d'explorer la tendance observée à travers une nouvelle étude plus longue et avec davantage de participants.

3.3.3 Objectifs, conditions et tâche expérimentale de la future étude.

À travers une étude de six mois, nous proposons d'étudier s'il existe une différence de l'évolution de l'expérience utilisateur entre l'interface tangible (CairnFORM) et non tangible (CairnSCREEN) pour décaler la demande énergétique sur le lieu de travail. Comme lors de l'étude préliminaire, la tâche de décalage de la demande énergétique se traduira par la recharge des ordinateurs portables et la favorisation de l'utilisation des appareils électriques aux heures

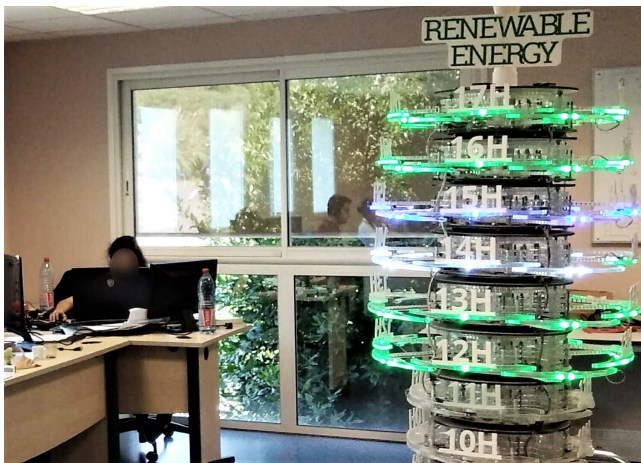
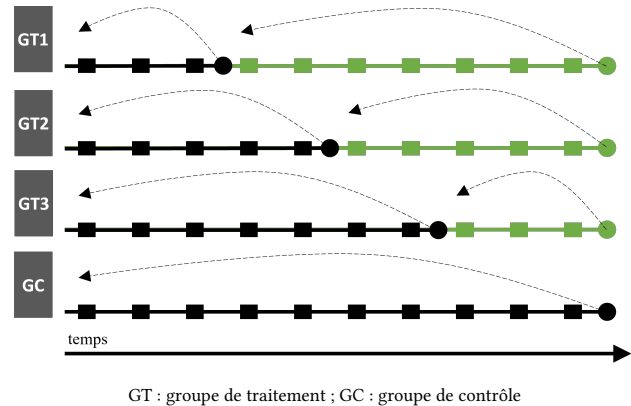


Figure 2: CairnFORM placé dans un bureau [5]

de pics de production d'énergie renouvelable produite localement. Les participants présenteront un degré similaire de connexion à la Nature, auront comme outil de travail principal un ordinateur portable et travailleront dans un espace de travail partagé.

Une nouvelle version de CairnSCREEN et CairnFORM est en cours de reconception pour cette étude prenant en compte les retours utilisateurs obtenus lors de l'étude préliminaire. Les groupes d'utilisateur seront ceux déjà présents dans les bureaux ou plateaux ouverts (open spaces). Ainsi, nous n'attribuerons pas les utilisateurs à des groupes de manière aléatoire.

3.3.4 Une quasi-expérimentation longitudinale. Les utilisateurs n'étant pas attribués à des groupes de manière aléatoire, nous concevons une quasi-expérimentation. Pour concevoir une telle quasi-expérimentation en IHM, les groupes non-équivalents et les séries chronologiques interrompues sont couramment utilisés [13]. Les groupes non équivalents sont typiquement composés d'un groupe de traitement avec pré-test et post-test et d'un groupe de contrôle [13]. Les séries chronologiques interrompues proposent de réaliser plusieurs mesures avant et après une intervention (ex. introduction d'un nouveau système) [13]. Afin de renforcer l'inférence causale de ce type d'étude, il est possible d'utiliser plus d'un groupe afin d'introduire l'intervention à différents moments dans le temps (commutation de répliques) [13]. Nous proposons de combiner ces trois approches pour concevoir notre expérimentation comme illustré dans la Figure 3. Nous proposons de définir un groupe de contrôle (noté 'GC' sur la Figure 3) dans lequel il n'y aura pas d'intervention : seule l'interface non tangible (CairnSCREEN) sera utilisée tout au long de l'expérimentation. Nous définissons plusieurs groupes de traitement (notés 'GT' sur la Figure 3) dans lesquels l'intervention (CairnFORM : modification de la modalité d'interaction) est introduite à différents moments. Ceci est illustré par le passage du noir au vert sur la Figure 3 pour les différents groupes de traitement. Il s'agit ici d'une configuration idéale pouvant être amenée à être allégée (en termes de nombre de groupes) selon le nombre de participants et les conditions sanitaires liées à la crise engendrée par la Covid-19.



GT : groupe de traitement ; GC : groupe de contrôle

Figure 3: Illustration des évaluations longitudinales et rétrospectives sur quatre groupes, avec et sans intervention.

3.3.5 Mesures de la quasi-expérimentation longitudinale. De multiples mesures de l'UX seront réalisées dans les différents groupes en condition CairnSCREEN (symbolisées par des carrés noirs sur la Figure 3), puis en condition CairnFORM (symbolisées par des carrés verts sur la Figure 3). Afin de garder les sessions d'évaluations répétées courtes, nous utiliserons le questionnaire AttrakDiff2 abrégé [15, chap. 4.3]. Pour mesurer les dimensions émotions, connexion sociale et stimulation de l'UX ainsi que l'UX cumulative générale mémorisée, nous utiliserons UX Curve [24]. Ces mesures sont représentées par les ronds et flèches sur la Figure 3 avant l'introduction de CairnFORM et après une période d'utilisation de CairnSCREEN pour les groupes de traitement, puis à la fin de l'expérimentation. Cette dernière mesure rétrospective concerne l'évaluation de l'évolution de l'UX lors de l'utilisation de CairnFORM pour les groupes de traitement et de CairnSCREEN pour le groupe de contrôle.

4 DÉFIS À RELEVER PAR LA COMMUNAUTÉ

De la présentation de cette future étude, plusieurs défis à relever ressortent :

- La conception de systèmes autonomes du quotidien utilisés par des utilisateurs non-experts bénéficient encore de peu de méthodes et d'outils permettant de garantir l'intelligibilité et la confiance des utilisateurs envers ces systèmes. Ceci malgré le fait que ce type de systèmes posent de nombreux défis de conception en terme de prise en considération de biais cognitifs [12] concernant les animations ou des rapports sociaux humain-système [29] dans le cas d'interface tangible animée.
- De manière similaire à l'observation réalisée par Froehlich et al. [11] en 2010, la communauté IHM pourrait s'inspirer davantage des outils développés en psychologie environnementale. Parmi les travaux annonçant étudier la connexion à la nature des utilisateurs, la plupart n'utilisent pas d'outils développés en psychologie environnementale afin de la mesurer [1, 4, 34, 37]. Nous pouvons citer quelques exceptions comme [21] qui utilise un cadre conceptuel pour l'évaluation de la connexion à la nature des enfants et [36] utilisant par exemple le questionnaire NRS [28]. Également,

la communauté gagnerait à développer un outil de mesure de la connexion à la nature standardisé afin de faciliter la comparaison entre les études et gagner en répliquabilité.

- Enfin, la méthodologie à adopter lors d'études longitudinales en IHM et la définition de telles études ne font pas l'objet d'un consensus parmi la communauté comme l'observe [22]. Bien qu'elles ne doivent pas être considérées comme un outil par défaut, les études longitudinales sont indiquées pour étudier les changements de comportements [17]. Ceci rend particulièrement utiles lorsqu'un changement comportemental environnemental est souhaité lors de l'utilisation d'un système sur la durée.

5 CONCLUSION

Nous proposons aux utilisateurs d'adopter un nouveau comportement permettant de consommer davantage l'énergie solaire et éolienne produite localement à la place des énergies non renouvelables (gaz, charbon et nucléaire). La solution explorée n'est qu'une interface entre la Nature et son exploitation pour la production d'électricité et ne permet pas une expérience directe avec la Nature. Cependant, nous pensons que ce retour d'information sur les énergies renouvelables produites et la proposition d'adopter ce nouveau comportement est une étape vers la reconnaissance de l'impact sur l'environnement des activités lors du temps de travail pour des utilisateurs dont le métier ne permet que peu de contact avec la Nature, comme l'illustre un retour utilisateur de l'étude préliminaire : "Le seul moyen d'être en contact avec l'extérieur dans un bureau, c'est de regarder par la fenêtre. Avec le prototype, on avait un autre contact avec l'extérieur" [5]. Nous exposons, dans cet article, notre approche espérant inspirer d'autres chercheurs à explorer de manière longitudinale un changement de comportement davantage environnemental.

REFERENCES

- [1] Maryam Bandukda and Catherine Holloway. 2020. Audio AR to support nature connectedness in people with visual disabilities. In *Adjunct Proceedings of the 2020 ACM International Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing and Proceedings of the 2020 ACM International Symposium on Wearable Computers*. ACM, Virtual Event Mexico, 204–207. <https://doi.org/10.1145/3410530.3414332>
- [2] Danielle Bashan, Agathe Colléony, and Assaf Shwartz. 2021. Urban versus rural? The effects of residential status on species identification skills and connection to nature. *People and Nature* 3, 2 (April 2021), 347–358. <https://doi.org/10.1002/pan3.10176>
- [3] Jessie Y. Chen, Katelyn Procci, Michael Boyce, Julia Wright, Andre Garcia, and Michael Barnes. 2014. *Situation Awareness-Based Agent Transparency*. Technical Report ARL-TR-6905. U.S. Army Research Laboratory, Aberdeen Proving Ground, MD, USA.
- [4] Bronwyn J. Cumbo, Jeni Paay, Jesper Kjeldskov, and Brent C. Jacobs. 2014. Connecting children to nature with technology: sowing the seeds for proenvironmental behaviour. In *Proceedings of the 2014 conference on Interaction design and children*. ACM, Aarhus Denmark, 189–192. <https://doi.org/10.1145/2593968.2610449>
- [5] Maxime Daniel. 2018. *Afficheurs cylindriques à changement de forme : application à la physicalisation des données et l'interaction périphérique pour la maîtrise de l'énergie*. These de doctorat. Bordeaux. <http://www.theses.fr/2018BORD0236>
- [6] Maxime Daniel and Guillaume Rivière. 2021. Exploring Axisymmetric Shape-Change's Purposes and Allure for Ambient Display: 16 Potential Use Cases and a Two-Month Preliminary Study on Daily Notifications. In *Proceedings of the Fifteenth International Conference on Tangible, Embedded, and Embodied Interaction (TEI '21)*. Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, Article 47, 6 pages. <https://doi.org/10.1145/3430524.3442452>
- [7] Maxime Daniel, Guillaume Rivière, and Nadine Couture. 2019. CairnFORM: A Shape-Changing Ring Chart Notifying Renewable Energy Availability in Peripheral Locations. In *Proceedings of the Thirteenth International Conference on Tangible, Embedded, and Embodied Interaction (TEI '19)*. Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 275–286. <https://doi.org/10.1145/3294109.3295634>
- [8] Maxime Daniel, Guillaume Rivière, and Nadine Couture. 2020. A shape-changing cylindrical chart that displays energy availability forecasts. *Journal d'Interaction Personne-Système* 9, 1 (Jan. 2020), 104–156. Issue on Persuasive Interaction for SusTainability 2. <https://doi.org/10.46298/jips.7102>
- [9] Pieter Desmet and Paul Hekkert. 2007. Framework of Product Experience. *International Journal of Design* 1, 1 (April 2007), 57–66.
- [10] Julie Ernst and Stefan Theimer. 2011. Evaluating the effects of environmental education programming on connectedness to nature. *Environmental Education Research* 17, 5 (Oct. 2011), 577–598. <https://doi.org/10.1080/13504622.2011.565119>
- [11] Jon Froehlich, Leah Findlater, and James Landay. 2010. The design of eco-feedback technology. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '10)*. Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 1999–2008. <https://doi.org/10.1145/1753326.1753629>
- [12] Pedro Garcia Garcia, Enrico Costanza, Jhim Verame, Diana Nowacka, and Sarvapali D. Ramchurn. 2021. Seeing (Movement) is Believing: The Effect of Motion on Perception of Automatic Systems Performance. *Human-Computer Interaction* 36, 1 (Jan. 2021), 1–51. <https://doi.org/10.1080/07370024.2018.1453815>
- [13] Darren Gergle and Desney S. Tan. 2014. Experimental Research in HCI. In *Ways of Knowing in HCI*, Judith S. Olson and Wendy A. Kellogg (Eds.). Springer New York, New York, NY, 191–227. https://doi.org/10.1007/978-1-4939-0378-8_9
- [14] Stefanie Harbich and Marc Hassenzahl. 2011. Using behavioral patterns to assess the interaction of users and product. *International Journal of Human-Computer Studies* 69, 7 (2011), 496–508. <https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2011.03.003>
- [15] Marc Hassenzahl. 2010. *Experience Design: Technology for All the Right Reasons*. Morgan & Claypool Publishers, San Rafael, CA, USA. <https://doi.org/10.2200/S00261ED1V01Y201003HCI008>
- [16] Elizabeth Kaltenbach and Igor Dolgov. 2017. On the Dual Nature of Transparency and Reliability: Rethinking Factors that Shape Trust in Automation. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting* 61, 1 (Sept. 2017), 308–312. <https://doi.org/10.1177/1541931213601558>
- [17] Evangelos Karapanos, Jens Gerken, Jesper Kjeldskov, and Mikael B. Skov. 2021. Introduction to "Advances in Longitudinal HCI Research". In *Advances in Longitudinal HCI Research*, Evangelos Karapanos, Jens Gerken, Jesper Kjeldskov, and Mikael B. Skov (Eds.). Springer International Publishing, Cham, 1–7. https://doi.org/10.1007/978-3-030-67322-2_1
- [18] Evangelos Karapanos, Jean-Bernard Martens, and Marc Hassenzahl. 2010. On the Retrospective Assessment of Users' Experiences over Time: Memory or Actuality?. In *CHI '10 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems (CHI EA '10)*. Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 4075–4080. <https://doi.org/10.1145/1753846.1754105>
- [19] Evangelos Karapanos, Jean-Bernard Martens, and Marc Hassenzahl. 2012. Reconstructing experiences with iScale. *International Journal of Human-Computer Studies* 70, 11 (Nov. 2012), 849–865. <https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2012.06.004>
- [20] Evangelos Karapanos, John Zimmerman, Jodi Forlizzi, and Jean-Bernard Martens. 2009. User experience over time: an initial framework. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '09)*. ACM, New York, NY, USA, 729–738. <https://doi.org/10.1145/1518701.1518814>
- [21] Saba Kwas, Nicole S. Kuhn, Mina Tari, Alexis Hiniker, and Katie Davis. 2020. "Otter this world": can a mobile application promote children's connectedness to nature?. In *Proceedings of the Interaction Design and Children Conference (IDC '20)*. Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 444–457. <https://doi.org/10.1145/3392063.3394434>
- [22] Maria Kjerup, Mikael B. Skov, Peter Axel Nielsen, Jesper Kjeldskov, Jens Gerken, and Harald Reiterer. 2021. Longitudinal Studies in HCI Research: A Review of CHI Publications from 1982–2019. In *Advances in Longitudinal HCI Research*, Evangelos Karapanos, Jens Gerken, Jesper Kjeldskov, and Mikael B. Skov (Eds.). Springer International Publishing, Cham, 11–39. https://doi.org/10.1007/978-3-030-67322-2_2
- [23] Sari Kujala, Talya Miron-Shatz, and Jussi J. Jokinen. 2019. The Cross-Sequential Approach: A Short-Term Method for Studying Long-Term User Experience. *Journal of Usability Studies* 14, 2 (Feb. 2019), 105–116.
- [24] Sari Kujala, Virpi Roto, Kaisa Väänänen-Vainio-Mattila, Evangelos Karapanos, and Arto Sinnelä. 2011. UX Curve: A method for evaluating long-term user experience. *Interacting with Computers* 23, 5 (Sept. 2011), 473–483. <https://doi.org/10.1016/j.intcom.2011.06.005>
- [25] Masaaki Kurosu, Ayako Hashizume, Yuuki Ueno, Tuyoshi Tomida, and Hirotohi Suzuki. 2016. UX Graph and ERM as Tools for Measuring Kansei Experience. In *Human-Computer Interaction. Theory, Design, Development and Practice (HCI 2016) (Lecture Notes in Computer Science)*, Masaaki Kurosu (Ed.). Springer International Publishing, Cham, 331–339. https://doi.org/10.1007/978-3-319-39510-4_31
- [26] F. Stephan Mayer and Cynthia McPherson Frantz. 2004. The connectedness to nature scale: A measure of individuals' feeling in community with nature. *Journal of Environmental Psychology* 24, 4 (Dec. 2004), 503–515. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2004.10.001>
- [27] Joseph E. Mercado, Michael A. Rupp, Jessie Y. C. Chen, Michael J. Barnes, Daniel Barber, and Katelyn Procci. 2016. Intelligent Agent Transparency in Human-Agent Teaming for Multi-UxV Management. *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society* 58, 3 (May 2016), 401–415.

- <https://doi.org/10.1177/0018720815621206>
- [28] Elizabeth K. Nisbet, John M. Zelenski, and Steven A. Murphy. 2009. The nature relatedness scale: Linking individuals' connection with nature to environmental concern and behavior. *Environment and Behavior* 41, 5 (Sept. 2009), 715–740. <https://doi.org/10.1177/0013916508318748>
- [29] Diana Nowacka, Katrin Wolf, Enrico Costanza, and David Kirk. 2018. Working with an Autonomous Interface: Exploring the Output Space of an Interactive Desktop Lamp. In *Proceedings of the Twelfth International Conference on Tangible, Embedded, and Embodied Interaction (TEI '18)*. ACM, New York, NY, USA, 1–10. <https://doi.org/10.1145/3173225.3173227>
- [30] Pascal Paillé and Olivier Boiral. 2013. Pro-environmental behavior at work: Construct validity and determinants. *Journal of Environmental Psychology* 36 (Dec. 2013), 118–128. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2013.07.014>
- [31] Helen E. Perkins. 2010. Measuring love and care for nature. *Journal of Environmental Psychology* 30, 4 (Dec. 2010), 455–463. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2010.05.004>
- [32] Robert E. Ployhart and Robert J. Vandenberg. 2010. Longitudinal Research: The Theory, Design, and Analysis of Change. *Journal of Management* 36, 1 (Jan. 2010), 94–120. <https://doi.org/10.1177/0149206309352110>
- [33] Pearl Pu, Li Chen, and Rong Hu. 2011. A user-centric evaluation framework for recommender systems. In *Proceedings of the fifth ACM conference on Recommender systems (RecSys '11)*. ACM Press, New York, NY, USA, 157–164. <https://doi.org/10.1145/2043932.2043962>
- [34] Morva Saaty, Derek Haqq, Devin B Toms, Ibrahim Eltahir, and D. Scott McCrickard. 2021. A Study on Pokémon GO: Exploring the Potential of Location-based Mobile Exergames in Connecting Players with Nature. In *Extended Abstracts of the 2021 Annual Symposium on Computer-Human Interaction in Play*. ACM, Virtual Event Austria, 128–132. <https://doi.org/10.1145/3450337.3483481>
- [35] P. Wesley Schultz. 2002. Inclusion with nature: The psychology of human-nature relations. In *Psychology of Sustainable Development*. Springer, Boston, MA, USA, Chapter 4, 61–78. https://doi.org/10.1007/978-1-4615-0995-0_4
- [36] Mary D. Smith, Sean Getchell, and Megan Weatherly. 2018. Human Connectedness to Nature: Comparison of Natural vs. Virtual Experiences. In *Innovative Technologies and Learning (Lecture Notes in Computer Science)*, Ting-Ting Wu, Yueh-Min Huang, Rustam Shadiev, Lin Lin, and Andreja Istenič Starčič (Eds.). Springer International Publishing, Cham, 215–219. https://doi.org/10.1007/978-3-319-99737-7_22
- [37] Ekaterina R. Stepanova, John Desnoyers-Stewart, Philippe Pasquier, and Bernhard E. Riecke. 2020. JeL: Breathing Together to Connect with Others and Nature. In *Proceedings of the 2020 ACM Designing Interactive Systems Conference (DIS '20)*. Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 641–654. <https://doi.org/10.1145/3357236.3395532>
- [38] Jari Varsaluoma and Ville Kentta. 2012. DrawUX: web-based research tool for long-term user experience evaluation. In *Proceedings of the 7th Nordic Conference on Human-Computer Interaction (NordiCHI '12)*. ACM Press, New York, NY, USA, 769–770. <https://doi.org/10.1145/2399016.2399138>
- [39] Margeritta von Wilamowitz-Moellendorf, Marc Hassenzahl, and Axel Platz. 2006. Dynamics of user experience: How the perceived quality of mobile phones changes over time. In *User experience—towards a unified view: Second International COST294-MAUSE Open Workshop, Workshop at the 4th Nordic Conference on Human-Computer Interaction*. 74–78.
- [40] Marco Winckler, Regina Bernhaupt, and Cédric Bach. 2016. Identification of UX dimensions for incident reporting systems with mobile applications in urban contexts: a longitudinal study. *Cognition, Technology & Work* 18, 4 (Nov. 2016), 673–694. <https://doi.org/10.1007/s10111-016-0383-1>
- [41] Matthew J. Zylstra, Andrew T. Knight, Karen J. Esler, and Lesley L.L. Le Grange. 2014. Connectedness as a core conservation concern: An interdisciplinary review of theory and a call for practice. *Springer Science Reviews* 2, 1 (Dec. 2014), 119–143. <https://doi.org/10.1007/s40362-014-0021-3>