HAL
open science

Persuasion technologique et Energie : revue critique de l'état de l'art

Grégory Cano, Yann Laurillau, Gaëlle Calvary

To cite this version:

Grégory Cano, Yann Laurillau, Gaëlle Calvary. Persuasion technologique et Energie : revue critique de l'état de l'art. Journal d'Interaction Personne-Système, 2015, Volume 4, Number 1, Special Issue : PISTIL (1), pp.48-68. 10.46298/jips.1292 . hal-01208391

HAL Id: hal-01208391

https://hal.science/hal-01208391v1

Submitted on 2 Oct 2015

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.

JIPS

Journal d'Interaction Personne-Système
Volume 4, Numéro 1, Article 3, Juin 2015, pages 48 à 68
http://jips.episciences.org/

Le journal de l'Association Francophone d'Interaction Homme-Machine

Persuasion technologique et Energie : revue critique de l'état de l'art

Grégory CANO

Yann LAURILLAU

Gaëlle CALVARY

Univ. Grenoble Alpes, LIG, F-38000 Grenoble, France
CNRS, LIG, F-38000 Grenoble, France

Gaelle.Calvary@imag.fr

Yann.Laurillau@imag.fr

Persuasive Technology and Energy: critical analysis of the state of the art.

Abstract. This paper presents a state of the art and an analysis of existing works dedicated to persuasive technologies for energy consumption. Thanks to a systematic analysis, a set of concepts of persuasion has been identified and organized into a six dimensional design space. In particular, the concept of persuasion function is identified and defined. Six persuasion functions are identified: Mirror, Explain, Recommend, What-if, What-for, Suggest-and-Adjust. This design space is used to characterize the works considered in this state of the art.

Key words: persuasive technologies, classification space, persuasion function, energy.

Résumé. Cet article dresse un état de l'art et une analyse critique des travaux menés sur la persuasion technologique dans le cadre de la consommation énergétique. De cette analyse systématique est extrait un panel des concepts de persuasion ensuite organisé au sein d'un espace de classification comportant six dimensions dont le concept de fonction de persuasion. En particulier, six fonctions de persuasion sont identifiées et caractérisées : Mirror, Explain, Recommend, What-if, What-for, Suggest-and-Adjust. Cet espace de classification permet de caractériser les travaux de l'art.

Mots-clés : technologie persuasive, espace de classification, fonctions de persuasion, énergie.

Édité par Pr. J.M.C. Bastien (Université de Lorraine) & Pr. G. Calvary (Univ. Grenoble Alpes)

Copyright AFIHM © 2015, Aucun usage commercial ne peut en être fait sans l'accord des éditeurs ou archiveurs électroniques. Permission to make digital or hard copies of all or part of this work for personal or classroom use is granted without fee provided that copies are not made or distributed for profit or commercial advantage and that copies bear this notice and the full citation on the first page. Les articles de JIPS sont publiés sous licence Creative Commons Paternité 2.0 Générique.

1 INTRODUCTION

Les Interfaces Homme-Machine (IHM) persuasives sont des classes d'IHM visant à proposer un contenu et une interaction susceptibles d'induire un changement de comportement chez l'humain et de l'accompagner pour que cette évolution vertueuse soit durable (Fogg, 2013). Les recherches sur les IHM persuasives sont récentes et actives : l'accent mis sur de nombreux défis sociétaux est un moteur de ces recherches. Par exemple, dans le domaine de la santé, il existe de nombreux travaux promouvant des IHM conçues pour inciter un utilisateur à pratiquer une activité physique en lui offrant des moyens de mesurer son activité et, par des leviers de persuasion, à l'inciter à engager ou poursuivre ses efforts. En effet, les avancées technologiques en matière de capteurs et de réseaux informatiques offrent désormais des moyens pour percevoir l'utilisateur, ses préférences, ses motivations, et ainsi concevoir de telles IHM. Cependant, les bons éléments de conception des IHM persuasives sont encore mal connus. De plus, il semblerait que les leviers de persuasion diffèrent selon le contexte. Par exemple, l'engagement social est un levier qui incite peu dans le domaine de la santé (Harries, 2017). Aussi, la revue proposée dans cet article se focalise sur un domaine : l'énergie.

L'économie d'énergie est un défi sociétal d'avenir autant à l'échelle d'une nation (conférences et politiques internationales pour la réduction d'émission de CO2) qu'à l'échelle individuelle (pour réduire ses dépenses par exemple). Précisément, la problématique ici traitée est d'identifier les leviers de persuasion susceptibles de faire changer les comportements au niveau de l'énergie et de les utiliser pour concevoir une interface persuasive. McCalley (2006) indique que la consommation d'énergie globale des foyers augmente, contrairement aux industries qui restent stables. Il est donc pertinent de s'intéresser à la consommation des foyers et de tenter de la stabiliser, voire de la réduire. Il indique que le problème vient majoritairement d'un manque d'information de la part des habitants. La technologie s'améliore et les appareils sont de plus en plus économes, mais cela ne suffit pas. Même s'ils consomment moins, ces appareils sont de plus en plus nombreux dans les logements et leurs utilisateurs sont peu informés de l'impact énergétique de ceux-ci et du comportement à adopter pour consommer moins. Il faut donc éduquer les personnes pour leur apprendre des comportements sains et durables.

Cet article adopte une approche ascendante. A partir d'une revue critique de la littérature en matière d'IHM persuasives pour l'énergie, il milite pour un espace de conception. Des dimensions sont proposées et ouvrent, par leur pouvoir génératif, de nouvelles voies de recherche.

2 REVUE CRITIQUE D'INTERFACES PERSUASIVES

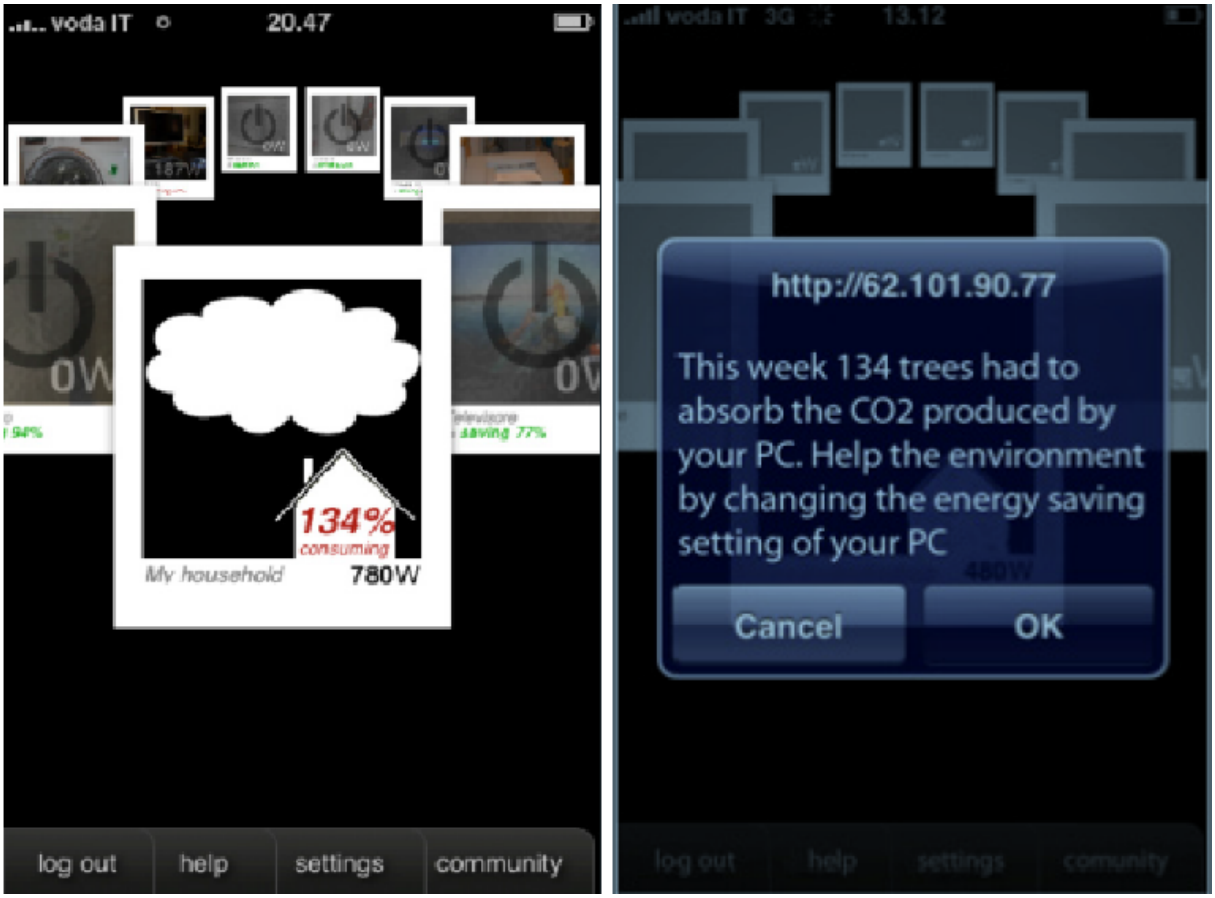
Cette section propose une revue des IHM persuasives aujourd'hui imaginées en matière d'énergie (première section) puis dans le domaine de la santé (deuxième section).

2.1 Interfaces persuasives pour l'énergie

Gamberini (2012) propose une interface persuasive sur smartphone sous forme de carrousel (Figure 1, partie gauche) qui affiche sur l'écran principal la consommation de l'utilisateur : non seulement sa consommation totale, mais également la consommation par appareils (ici 8 appareils sont suivis).
Le point fort de cette interface est la personnalisation des conseils prodigués. Le système constate un comportement qui peut être amélioré et suggère une solution à l'utilisateur. Sur la partie droite de la Figure 1, on peut en voir un. Les utilisateurs ont trouvé ces conseils très

utiles et demandaient même à ce qu'ils soient plus fréquents et précis. Ils indiquent également qu'il n'est pas gênant de recevoir plusieurs fois le même conseil pour un appareil, au contraire : cela leur rappelle qu'il faut faire attention. Cela se ressent aussi dans les résultats de l'étude : Gamberini annonce une baisse de consommation de l'appareil concerné de 38% en moyenne les jours suivants la lecture du conseil. Cet effet est resté stable tout au long de l'étude, qui a duré 5 mois. Or habituellement on constate un effet de nouveauté : les utilisateurs se servent souvent de l'interface et font particulièrement d'efforts pendant environ 4 semaines, puis cet effet de nouveauté laisse place à l'habitude et ils retournent à leur comportement d'avant. « Chasser le naturel, il revient au galop », dit-on. Le fait ici que ces conseils soient toujours aussi efficaces au bout de 5 mois laisse penser qu'il s'agit d'une bonne technique pour changer les comportements. Les utilisateurs indiquent que ces conseils donnent de la **crédibilité** au système et les conduit à lui faire davantage confiance. Selon Fogg, cette crédibilité est un facteur important de l'efficacité de la persuasion : si l'utilisateur a l'impression que le système n'est pas fiable, il ne l'écoutera pas.

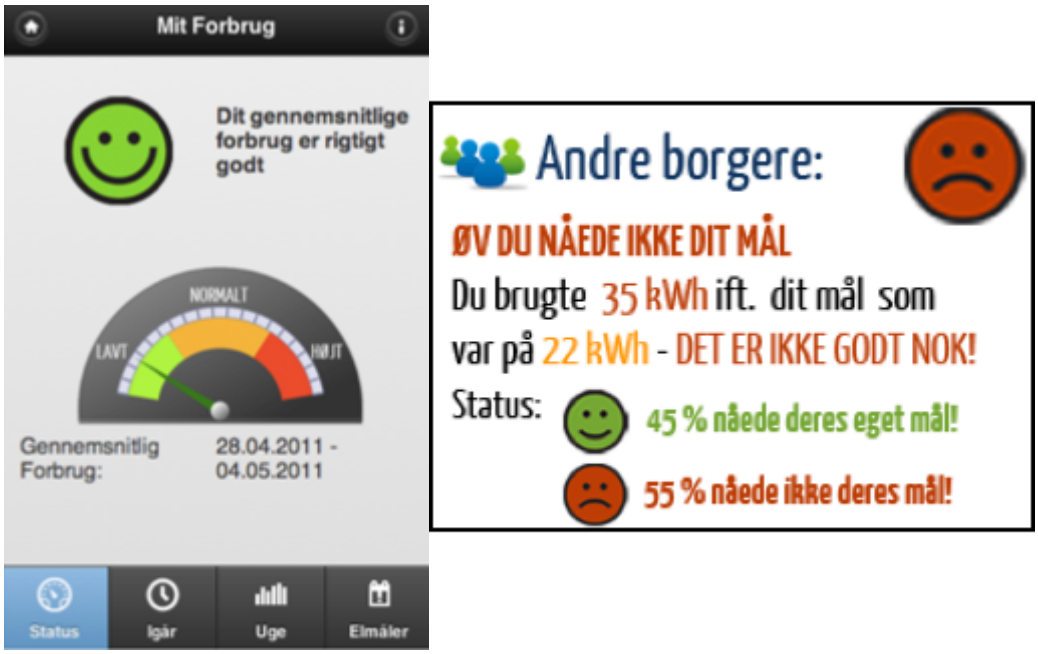
Figure 1 : Interface de Gamberini (2012) dont la force tient aux conseils prodigués.



L'interface PowerAdvisor (Kjeldskov, 2012) tourne également sur smartphone. Le choix de cette plateforme était pour augmenter la **durabilité** de la persuasion : comme l'interface est sur un support utilisé tous les jours, l'utilisateur est plus enclin à s'en servir. Dans cette interface, seule la consommation totale est fournie à l'utilisateur, sous la forme d'un compteur de vitesse comme pour une voiture (Figure 2, partie gauche). Cette métaphore rappelle à l'utilisateur un élément de son quotidien dont les codes lui sont familiers : plus l'aiguille monte, plus la valeur est importante et préoccupante. De plus, la présence d'un code couleur vert-jaune-rouge renforce cette notion.
Dans cette étude, c'est le retour positif/négatif qui est intéressant : le système réagit positivement/négativement au comportement de l'utilisateur. On peut le voir sur la partie

droite de la Figure 2. Il s'agit d'un message reçu par l'utilisateur qui l'informe de sa performance sur l'objectif qu'il avait choisi (il a consommé 35kWh sur les 22 qu'il s'était fixés). Comme il n'a pas respecté son objectif, le système affiche un smiley rouge triste.
Dans cette étude, les utilisateurs perçoivent différemment le retour négatif. Certains le prennent comme une source de motivation et les pousse à mieux faire, mais d'autres sont rapidement découragés et ne souhaitent pas recevoir ce genre de retour.
L'autre point de ce message est une comparaison sociale avec les autres participants de l'étude : on y voit que 45% ont atteint leur objectif, 55% ont échoué.
De la même façon que le retour négatif, la comparaison sociale est controversée mais dans une moindre mesure. Dans l'étude, certains utilisateurs ont dénoncé le côté injuste de cette comparaison, étant donné que toutes les habitations ne comprennent pas le même nombre d'occupants, ne font pas la même superficie, certains produisent leur propre électricité, etc. D'autres l'ont apprécié et prennent cela comme un défi.
Cependant, même si la plupart des utilisateurs l'ont apprécié, ils avaient du mal à améliorer leur consommation car l'interface ne fournissait pas vraiment d'aide pour cela.

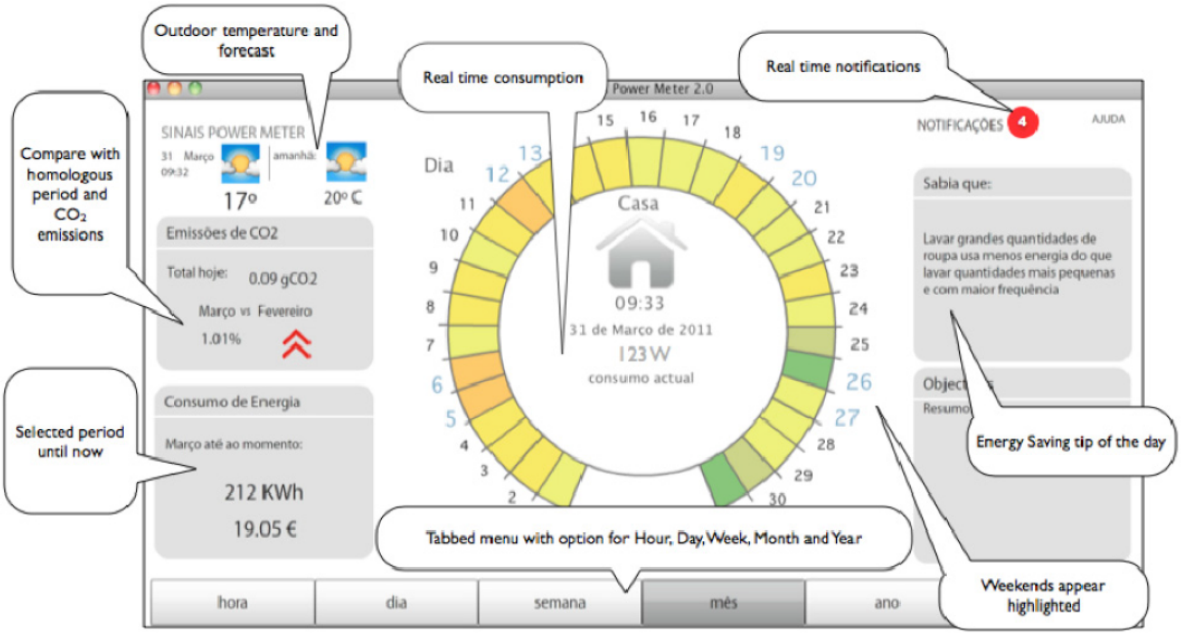
Figure 2 : Interface de Kjeldskov (2012) dont les fonctions miroir et comparaison sociale ne sont pas jugées suffisamment persuasives.



Pereira a réalisé une étude d'un an auprès de 12 foyers et a montré qu'en fournissant un feedback et des conseils génériques, on constate une amélioration au début de l'étude (effet de nouveauté) mais que les utilisateurs reviennent à leur comportement de départ au bout de quelques mois. Néanmoins, même si l'observation reste valide, beaucoup de points sont à améliorer dans cette étude. Premièrement, il n'y avait pas de groupe de contrôle. On ne peut donc pas comparer l'effet d'un an d'utilisation du système avec un an sans le système. Il est donc discutable de dire que le système est inutile, car il serait possible que le groupe témoin ait augmenté sa consommation dans ce laps de temps. Deuxièmement, le système n'était pas considéré très sûr par la plupart des utilisateurs. Comme il s'agit d'un netbook relié au compteur électrique, des fils partaient de l'ordinateur vers le compteur. Bien que l'installation soit réalisée par un professionnel, les parents n'autorisaient pas leurs enfants à s'en servir. Enfin, une grande partie des données s'est révélée inutilisable pour diverses raisons. 28 foyers étaient suivis au départ, n'en laissant que 12 avec des données exploitables. De plus, un des foyers a quand même développé un comportement plus économe.

Cependant, les utilisateurs ont beaucoup apprécié le code couleur (Figure 3) pour la facilité et la rapidité de sa compréhension.
Cette étude montre qu'une interface doit pouvoir être utilisée en toute sécurité et qu'il faut fournir une aide effective à l'utilisateur pour encourager le changement de comportement.

Figure 3 : Interface de Pereira (2013) avec la fonction historique et différentes échelles de visualisation.



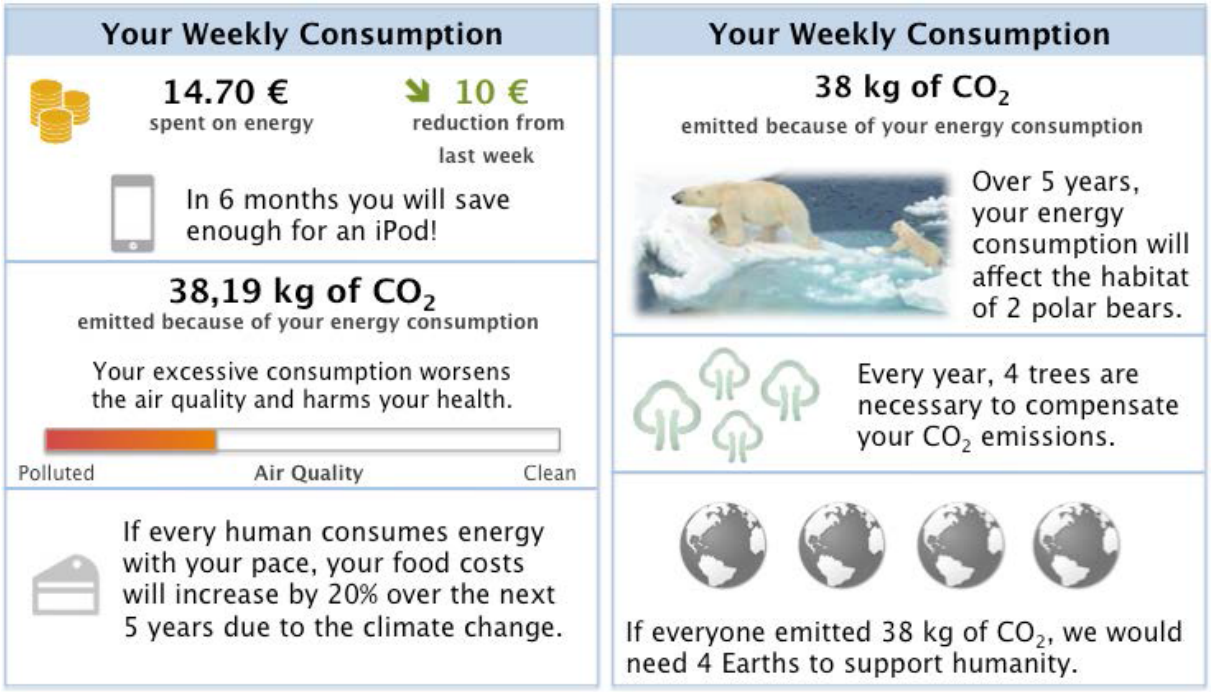
Weiss (2009) explore essentiellement la reconnaissance des appareils. Pour fournir le détail de consommation par appareil, il y a 2 méthodes principales. La première consiste à brancher les appareils sur des prises intelligentes qui envoient directement la consommation à l'application. Cette méthode est coûteuse car il faut une prise par appareil. La deuxième consiste à analyser le flux d'électricité au compteur et utiliser des algorithmes d'apprentissage automatique pour dissocier la consommation de ces appareils. Cette méthode demande une phase d'apprentissage d'une à deux semaines, et il n'est pas possible de rajouter un appareil sans refaire un apprentissage. Elle n'est donc pas flexible.

Weiss propose une nouvelle façon d'obtenir la consommation par appareil, qui permet d'ajouter simplement un appareil en l'éteignant/le rallumant. Cette méthode est donc rapide, simple et flexible, mais repose sur une technique sensible au bruit dans le flux d'électricité. De bons résultats sont obtenus en laboratoire mais la grande quantité d'appareils d'un logement normal peut s'avérer néfaste pour cette méthode. Cependant, celle-ci permet d'enregistrer les appareils par pièce (Figure 4), ce qui permet à l'utilisateur d'avoir une localisation spatiale de sa consommation. Cette fonctionnalité est peu représentée dans la littérature. De plus, pour chaque appareil, le système est capable de fournir des conseils et des comportements types.

Figure 4 : Interface de Weiss (2009) avec une fonction miroir précise quant à la consommation effective.

Dans toutes les IHM précédentes, la représentation était générique, aucunement adaptée aux utilisateurs ciblés : la même information était donnée à tout le monde alors qu'il est fortement établi dans la littérature que les gens ont un rapport différent à l'énergie. Petkov (2012) étudie l'adaptation aux utilisateurs, plus précisément à leur profil psychologique. Plusieurs interfaces sont disponibles et peuvent être choisies par l'utilisateur à l'issue d'un questionnaire qui identifie ses valeurs. Petkov propose une interface "Egoïste", qui s'appuie sur le gain personnel que l'utilisateur peut obtenir en réduisant sa consommation (Figure 5, partie gauche). On y voit les économies en terme d'argent, d'impact sur la santé de la personne et sur le futur coût des ressources actuellement utilisées. Un autre exemple est celui de la vue "Biosphérique", qui repose sur l'impact de la consommation sur l'environnement (Figure 5, partie droite). Elle montre par exemple que si tout le monde consommait comme l'utilisateur, il faudrait plusieurs Terres pour le supporter. Ici aussi, la question du retour négatif s'est posée. Certains utilisateurs préféraient savoir combien d'arbres seraient nécessaires pour compenser la consommation sur une période donnée car c'est une information neutre mais significative. Quelques uns d'entre eux avaient déjà eu l'expérience d'un système similaire de retour négatif, et n'avaient pas apprécié. L'information neutre des arbres leur plaisait donc, par rapport à un retour négatif qui les démoralise davantage qu'il ne les motive. L'adaptation de l'interface pourrait résoudre le problème du retour négatif et de la comparaison sociale s'il est possible d'identifier les valeurs de l'utilisateur et lui proposer une interface qui lui convienne.

Figure 5 : Interface de Petkov (2012) avec l'originalité d'une adaptation à l'utilisateur.



Medland (2010) propose une interface personnalisable à base de widgets. L'idée est d'éviter de donner une interface fixe à tous les utilisateurs car les individus pensent et réagissent différemment face à une interface persuasive. Plusieurs widgets liés à l'économie d'énergie sont fournis, mais l'utilisateur peut aussi rajouter des widgets personnels, comme un album photo ou une horloge (Figure 6). L'objectif est d'encourager l'utilisation de l'application même si c'est pour d'autres raisons, car si l'utilisateur ouvre l'application pour regarder une photo, il va probablement regarder un widget relatif à l'énergie par la même occasion. La possibilité de partager et consulter la consommation de ses amis est vue comme une réelle motivation par certains utilisateurs, notamment pour se tenir aux objectifs qu'ils se sont fixés. S'ils ont partagé un objectif, le respecter est une question d'honneur. Les utilisateurs étaient globalement satisfaits de la personnalisation, même s'ils auraient voulu davantage de choix dans les widgets (ce qui n'est pas vraiment un problème, avec le temps plus de widgets seront disponibles).

Figure 6 : Interface de Medland (2010) avec l'originalité d'une personnalisation par l'utilisateur.

Alors que toutes les interfaces précédentes étaient mono-domaine (à savoir, l'énergie), Elsmore (2010) explore un comportement humain plus global en combinant deux domaines : l'énergie et la gestion des déchets. Elsmore a travaillé en coopération avec des enfants pour réaliser cette interface. L'objectif était de réaliser une interface utilisable et compréhensible même pour un enfant, pour les sensibiliser aux économies d'énergies. Le résultat est assez simple et repose sur un code couleur pour les fenêtres d'une maison et la quantité d'arbres pour la consommation d'électricité et la quantité de poubelles pour les déchets (Figure 7). Le public était composé de cinq maisons voisines, le but étant de pouvoir comparer celles-ci. Les utilisateurs ont trouvé la comparaison motivante pour plusieurs raisons, voir leurs voisins économiser plus qu'eux les faisait se sentir coupables et les poussait à faire de même. De la même façon, le fait de savoir que leur consommation était consultable par leurs voisins les encourageait à être économe pour mieux paraître aux yeux des autres. Il est intéressant de noter qu'il y avait assez peu de consultations de l'outil permettant de voir la consommation du voisinage, mais il était quand même efficace simplement parce que les utilisateurs étaient conscients d'apparaitre sur cet outil.

Figure 7 : Interface de Elsmore (2010) avec l'originalité d'une globalisation du comportement utilisateur à deux domaines.

Toutes les interfaces précédentes sont des applications que l'utilisateur doit avoir l'initiative de lancer. PowerViz (Paay, 2014) a l'originalité d'une rémanence dans l'écran de veille. Cette interface est très simple : elle est composée d'un écran principal avec le détail de consommation des appareils les plus importants et d'un historique. L'élément le plus important est l'écran de veille (Figure 8). Cet écran est toujours affiché et donne la consommation totale du logement sous forme d'un nombre d'ampoules allumées. L'utilisateur peut donc voir sa consommation totale directement, et regarder plus en détails s'il le désire. Au bout d'un certain temps, les utilisateurs étaient au courant de leur consommation et savaient selon le nombre d'ampoules si tout allait bien ou pas, auquel cas ils pouvaient savoir d'où cela venait en consultant les détails. Le fait que cette application soit toujours active et le support positionné à un endroit fréquenté amenait les utilisateurs à la regarder souvent. Ils l'ont trouvée très utile même si un peu limitée en fonctionnalités du fait de sa simplicité. Un utilisateur a par exemple demandé l'affichage des heures creuses pour profiter facilement de l'économie réalisable sur un cycle de lave-linge.

Figure 8 : Interface de Paay (2014) avec l'originalité d'une permanence en écran de veille.

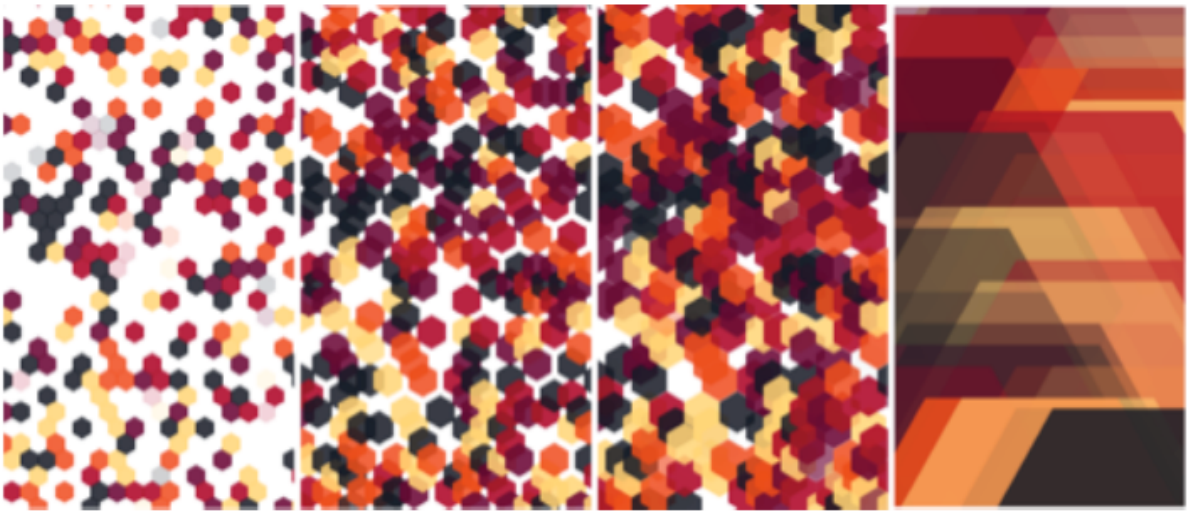
Dans cette lignée d'une présence permanente, Rodgers (2011) explore la persuasion ambiante. L'objectif de l'étude est d'explorer l'art abstrait pour la persuasion. Rodgers raisonne sur la neutralité d'une image abstraite : elle ne communique pas d'idée positive ni négative sur l'information qu'elle donne. L'idée est de représenter la consommation immédiate de l'utilisateur à l'aide de formes géométriques dont le comportement et la taille est modifiée par la consommation. De cette façon, l'information communiquée n'a pas d'effet culpabilisant. Un de ces designs est présenté en Figure 9. La taille d'une tuile y est liée à la consommation cumulative sur plusieurs heures et le nombre de tuiles à la consommation immédiate. Cette interface est sensée être toujours en activité et mise en évidence à un endroit fréquenté. De cette façon, l'utilisateur peut voir en temps réel l'impact de sa consommation sans y faire activement attention. Rodgers indique que, bien qu'ils disent avoir regardé l'interface une fois toutes les quelques minutes, les utilisateurs l'ont en fait regardée bien plus souvent, plusieurs dizaines de fois durant l'expérience (10-15 min).

Les utilisateurs ont beaucoup apprécié le design, élégant et sobre, qui réussit à communiquer facilement l'information voulue et de façon neutre, ne provoquant pas de culpabilité chez la personne. Au contraire, il véhicule un effet positif et relaxant selon certains utilisateurs. Evidemment, ils regrettent le manque de précision mais cela pourrait être résolu en procédant comme pour PowerViz (Paay, 2014), où les formes seraient l'écran de veille et où plus d'information serait disponible si besoin en sortant de veille.

Cependant, son usage n'est pas adapté à toutes les activités. Il a été expérimenté selon deux scénarios : l'un où l'utilisateur devait cuisiner quelque chose (scénario cuisine) et l'autre où il pouvait regarder un film ou jouer à la console (scénario TV). Pour le scénario cuisine, les utilisateurs étaient unanimement satisfaits : le système s'intègre bien dans cette activité. Ils souhaitaient toujours l'avoir en ligne de vue pour observer l'effet de leurs actions. En revanche, pour le scénario TV, les utilisateurs étaient distraits par celui-ci. En effet, cette activité demande d'être concentré sur un écran, donc avoir un autre écran où des formes bougent constamment peut nuire à sa réalisation. Ils le trouvaient quand même intéressant et agréable, mais ils le placeraient plus sur le côté, pas dans leur ligne de vue directe.

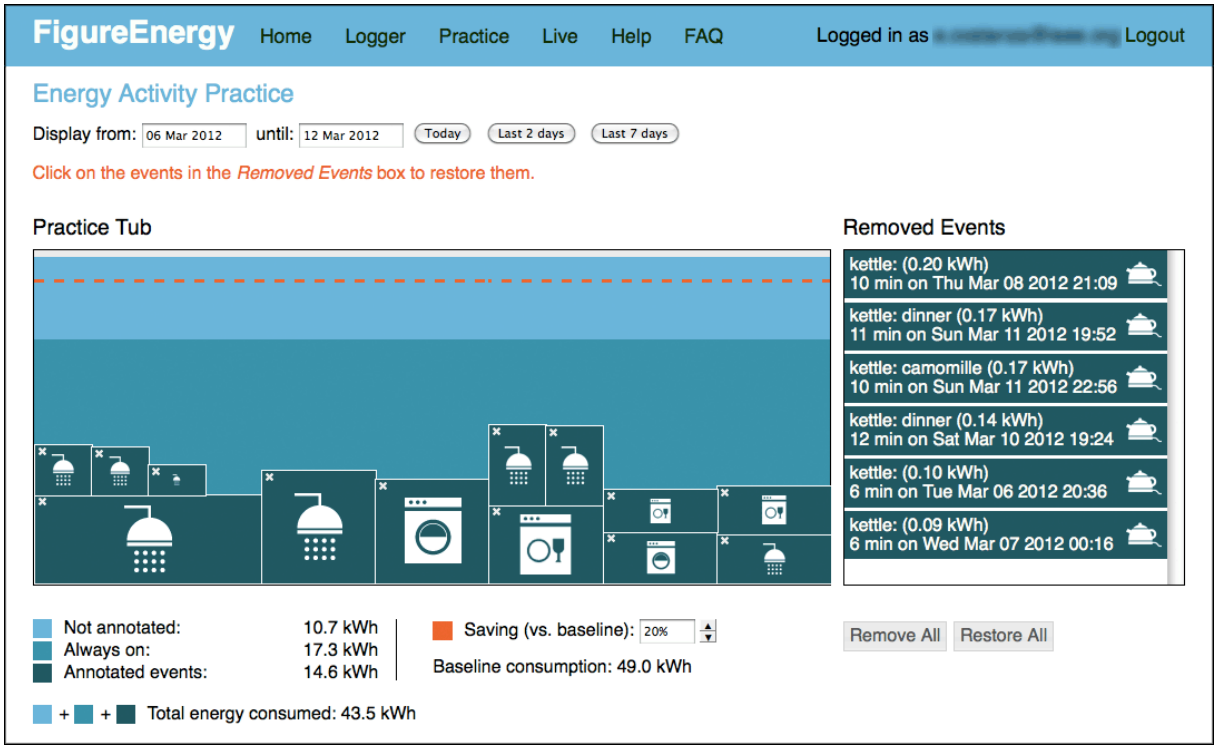
L'art abstrait est donc pertinent pour communiquer une information de consommation, sans provoquer la culpabilité inhérente à un affichage par code couleur par exemple.

Figure 9 : Interface de Rodgers (2011) avec l'originalité d'un affichage ambiant et abstrait.



Alors que toutes les études précédentes exploraient des interfaces persuasives, Costanza (2012) s'intéresse à la persuasion par l'interaction. L'objectif est de fournir la mesure de consommation en temps réel et de demander à l'utilisateur d'annoter les pics de consommation par rapport à ce qu'il est en train de faire. A moyen terme, cela lui permet de se représenter sa consommation par activité et non par appareil. Cela est pertinent car on se sert d'un appareil non pas pour le simple fait de l'utiliser, mais pour réaliser une activité. De plus, le fait d'avoir à annoter des événements ajoute de l'interaction, et encourage l'utilisation de l'interface.
Dans une autre partie de l'application, ces annotations sont répertoriées avec le reste de la consommation sous forme d'une "baignoire" (Practice Tub, Figure 10), où l'utilisateur peut manipuler les événements. La partie bleue claire correspond à l'énergie non annotée, la bleue foncée à l'énergie toujours présente (réfrigérateur) et le reste aux événements annotés. Ces trois éléments forment sa consommation totale et correspondent à "l'eau" de la baignoire. L'utilisateur peut retirer certains événements pour étudier leur impact, "l'eau" remplissant le vide laissé par la suppression de l'événement. Cela peut l'aider à planifier sa consommation future et éviter des activités superflues.
Cette interface fournit également une prédiction sur la consommation future basée sur la consommation jusqu'à un certain point. Grâce à cela, l'utilisateur peut visualiser son changement de comportement et voir les conséquences en amont.

Figure 10 : Interface de Costanza (2012) avec l'originalité d'une interaction et non d'une interface persuasive.



2.2 IHM persuasives pour le sport et la santé

Les recherches en technologies persuasives sont également actives dans le domaine du sport et de la santé. Aussi est-il instructif de s'intéresser aux techniques efficaces sur ce sujet pour les transposer au domaine de l'énergie.

Consolvo (2009) explore la liaison entre l'activité sportive et un jardin virtuel. Les participants commencent avec un jardin vide. Chaque session d'une activité sportive achevée est récompensée par l'ajout d'une fleur à leur jardin virtuel. Ainsi, plus l'utilisateur a fait de sport, plus le jardin est fourni. De plus, chaque activité donne une fleur d'une certaine couleur (Figure 11). Les participants sont ainsi encouragés à diversifier leurs activités pour obtenir un jardin plus coloré.

Figure 11 : Interface métaphorique de Consolvo (2009).

Dans cette étude, une attention particulière est accordée aux objectifs. Selon Consolvo (2009), QUI fixe l'objectif et à quel degré l'utilisateur fait confiance à cette personne sont des éléments très importants pour la poursuite de l'objectif. Un objectif considéré comme inatteignable découragera rapidement la personne et aura un impact négatif sur ses performances. Un objectif qui n'est pas adapté à la personne (objectif global fourni par l'état par exemple) est également souvent considéré comme inefficace par la personne, car elle ne prend pas en compte les situations particulières que peut rencontrer celle-ci. Souvent, la solution préférée est celle de l'objectif auto-fixé, car la plupart des gens connaissent leurs limites physiques et sont capables de se poser un objectif qui leur convient. Dans le domaine de l'énergie, la plupart des gens ne connaissent pas leur consommation, et ont besoin d'aide extérieure pour se fixer un objectif. Une autre solution est celle d'un objectif fixé par un coach qui les a suivis un certain temps pour pouvoir l'adapter à la personne. Enfin, l'une des plus controversées est celle d'un objectif commun à un groupe d'étrangers. Les participants voient dans cette solution un bon moyen de se motiver, car s'ils ne font pas leur part d'efforts, tout le groupe échoue. C'est également l'un des problèmes de cette approche. La plupart ne veulent pas risquer de s'engager par peur de faire échouer le groupe, ou par peur d'échouer à cause du groupe alors qu'ils ont fait un effort. Concernant la portée de l'objectif, Consolvo indique qu'il est préférable d'avoir un grand objectif décomposé en plusieurs petits. Par exemple un objectif mensuel décomposé en objectifs hebdomadaires et journaliers. Cela permet de suivre l'objectif tout en ayant un sentiment d'accomplissement qui garde la personne motivée.

Harries (2013) souligne ce fait, indiquant qu'un objectif à court terme est plus efficace qu'un objectif à long terme. Il réalise une étude pour encourager les gens à marcher plus. Il montre que le simple fait de mesurer les pas des participants leur fait prendre conscience qu'il s'agit d'une activité physique à part entière. Ils ne se rendaient pas compte qu'ils marchaient autant dans la journée. On peut faire un parallèle avec le domaine de l'énergie ici : simplement en fournissant un retour en temps réel sur la consommation peut faire prendre conscience à l'utilisateur qu'il consomme effectivement quelque chose. La plupart du temps, les gens utilisent un appareil sans vraiment faire attention à sa consommation, simplement parce qu'ils n'ont aucun moyen de la connaitre. Néanmoins, comme le soulignent V. Fointiat et L. Barbier dans ce numéro, savoir n’est pas pouvoir !

3 CARACTERISATION DES INTERFACES PERSUASIVES

Devant la multitude des interfaces et interactions persuasives proposées, cette section propose un espace de classification puis la caractérisation, dans cet espace, des travaux décrits précédemment.

3.1 Espace de classification

L'art qui vient d'être dressé met en évidence divers leviers pour concevoir une IHM persuasive que nous rassemblons au travers d'un espace de classification.

Figure 12 : Espace de classification.

1. Domaine(s)	
2. Fonction de persuasion	Mirror (détails des appareils, feedback, historique, comparaison) What-if (projection future, simulation récompense) Explain What-for Recommend Suggest-and-Adjust
3. Représentation	Textuelle, Réaliste, Symbolique, Artistique, Quantitative
4. Interaction	Gestion multi-appareil Navigation dans l'historique Annotations Eléments ludiques Objectif Personnalisation
5. Echelles	Temporelle (passé, présent, futur)
	Spatiale (pièce, foyer, voisinage)
	Humaine (individuel, famille, communauté)
6. Dispositifs	Smartphone, tablette, PC, application web, ambiant

L'espace de classification (Figure 12) proposé se structure en six dimensions :

1. *Domaine(s) d'application*. L'interface couvre-t-elle plusieurs domaines applicatifs ?

2. *Fonction de persuasion*. Un changement de comportement n'est pas nécessairement immédiat et implique plusieurs étapes (Darnton, 2008). Par exemple, la théorie cognitive sociale d'auto-régulation de Bandura (Bandura, 1991) propose trois phases : observation, jugement (notamment par rapport à une situation de référence), et réaction. Nous observons que les différents travaux proposent et mettent en œuvre des solutions technologiques intégrant des fonctions qui accompagnent le changement de comportement que nous nommons fonction de persuasion. Nous identifions et définissons six classes de fonctions de persuasion :

- ***Mirror*** : observation du comportement. Cette fonction vise à rendre observable les effets d'un comportement de l'utilisateur en situation. Appliquée à l'énergie, elle lui permet de prendre conscience de sa consommation résultante. Elle peut indiquer la consommation des différents appareils, la consommation de l'utilisateur, son historique et/ou une comparaison sociale. L'historique est important pour comparer des choses comparables : par exemple, la consommation du lundi ou sur le mois.
- ***Explain*** : évaluation des effets d'un comportement. Plongement de l'observation interactive du comportement, cette fonction d'explication vise un comportement éclairé des utilisateurs. Appliquée à l'énergie, elle permet à l'utilisateur de comprendre, par exemple, les principes de fonctionnement d'une installation moderne et ainsi de ne plus ouvrir les fenêtres en hiver. L'aération entrave en effet le

système de ventilation automatique ce qui l'amène à plus consommer qu'une installation traditionnelle.

- ***Recommend*** : diagnostic. Prolongement de l'évaluation qualitative, cette fonction vise à fournir des recommandations pour conduire à un changement de comportement. Cette fonction de recommandation suppose que le système ait perçu l'objectif de l'utilisateur et qu'il soit capable de calculer des procédures alternatives. Appliquée à l'énergie, elle consisterait par exemple à suggérer à l'utilisateur d'attendre le lendemain pour lancer une machine afin de profiter du soleil pour le sécher et ainsi économiser un cycle de sèche linge.
- ***What*-if** : simulation quantitative des effets d'un comportement. Cette fonction de simulation permet à l'utilisateur d'anticiper les conséquences de ses actions. Appliquée à l'énergie, elle lui permet, par exemple, d'apprécier la différence de consommation d'un cycle de lave linge à 40 versus 60 degrés. Cette prise de conscience pourrait réduire la consommation souvent faite à l'aveugle aujourd'hui faute d'information sur l'impact de chaque paramètre de lavage sur la consommation résultante. La fonction peut procéder par simulation future en projetant le comportement actuel sur le long terme afin d'estimer la consommation résultante Elle peut aussi permettre une simulation de comportement pour estimer son impact.
- ***Suggest*-and-Adjust** : prolongement des fonctions Explain et Recommend, cette fonction de négociation repose sur une coévolution entre le système et l'utilisateur : le système propose des solutions à l'utilisateur et les adapte en fonction de sa réponse. Appliquée à l'énergie, elle permet par exemple à l'utilisateur de décliner des recommandations au sujet de la télévision mais d'en demander au sujet du four.
- ***What*-for** : simulation de comportements pour aboutir à un effet désiré. Cette fonction de guide donne les actions à réaliser pour atteindre les conséquences voulues. Appliquée à l'énergie, elle permet par exemple à l'utilisateur de demander comment faire pour baisser sa consommation de 10%.

3. *Représentation*. Elle peut être *textuelle*, *réaliste*, *symbolique*, *artistique* ou *quantitative*. La représentation des données est importante car elle doit à la fois rendre observables les effets d'un comportement mais également accompagner et soutenir un changement de comportement sur la durée. Une représentation courante, souvent adoptée, est une représentation quantitative/numérique des données (par exemple, un histogramme de la consommation énergétique sur une semaine). Cependant, comme le mettent en évidence certains travaux, ce type de représentation n'est pas forcément la représentation la plus appropriée pour induire un changement de comportement.

4. *Interactions*. Elles peuvent porter sur la gestion des appareils, la manipulation de l'historique, son annotation, le jeu, la définition d'objectifs ou encore la personnalisation de l'interface.

5. *Echelles.* Cette dimension caractérise la couverture de l'interface en termes d'échelle de temps, d'espace et humaine :

- *Echelle temporelle* : la dimension temporelle est importante sur le plan du changement et du suivi de comportement puisqu'un changement doit s'inscrire dans la durée. Cette notion de temps peut être présente dans l'interface en lien avec la compréhension des comportements passés, comportement présent et à venir. L'interface peut couvrir le passé, le présent et/ou le futur.
- *Echelle spatiale* : la dimension spatiale a son importance selon le domaine d'application. Appliqué à la consommation énergétique, celle-ci a son importance pour un bâtiment. Aussi, le système peut couvrir une pièce, le foyer et/ou le voisinage.
- *Echelle humaine* : Le système peut traiter une personne, une famille et/ou une communauté. L'accompagnement du changement de comportement par la technologie pourra nécessiter des stratégies différentes suivant qu'il s'agit d'un

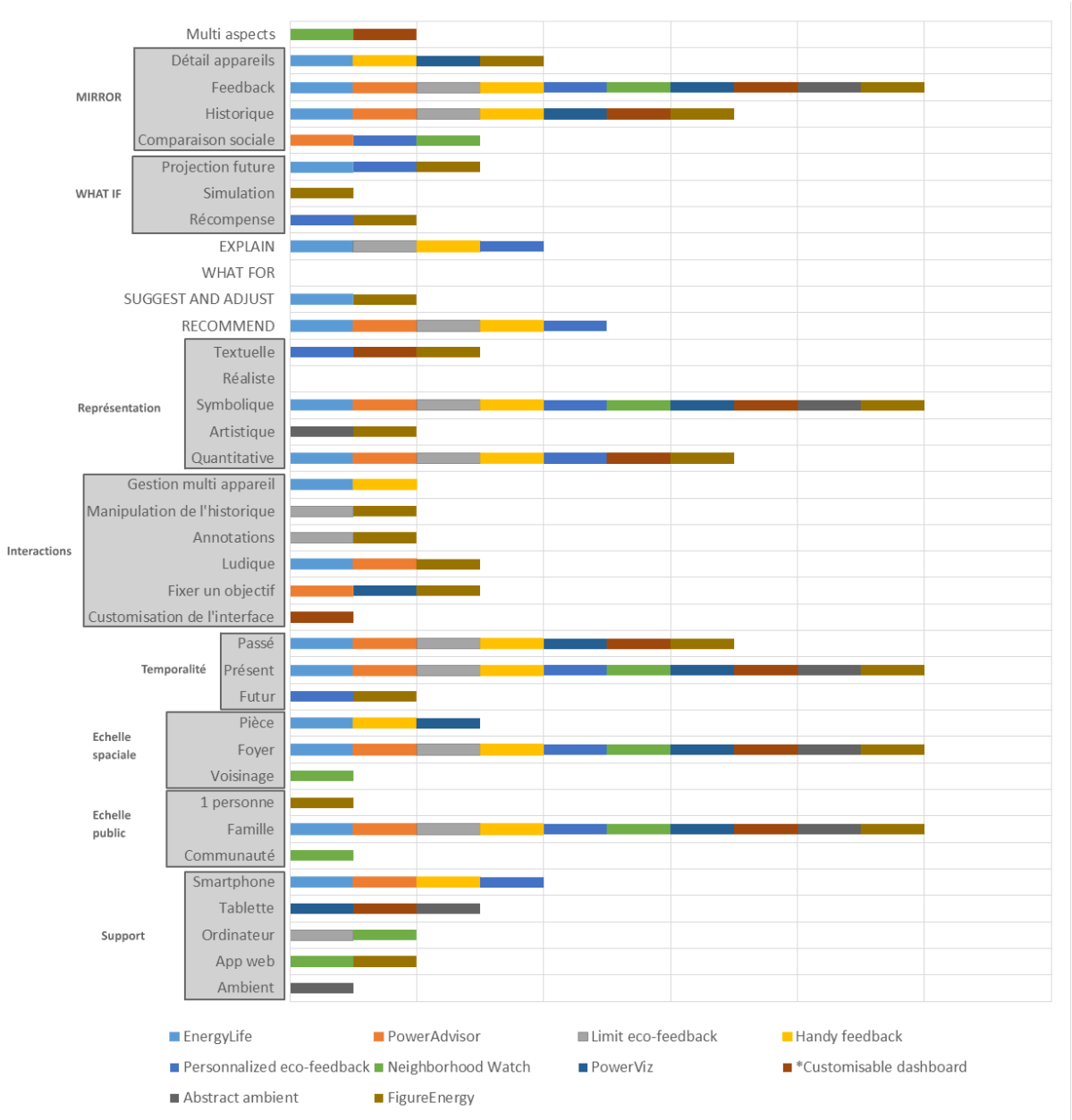
individu ou d'un groupe d'individus. Appliqué à la consommation énergétique, il peut s'agir d'un seul habitant ou d'un foyer.

6. *Dispositif d'interaction*. L'interface peut tourner sur un smartphone, une tablette, un ordinateur, une application web ou s'affranchir de tout dispositif monolithique au profit de l'ambiant.

3.2 Caractérisation de l'état de l'art

La caractérisation des travaux de l'état de l'art (section 2) sur cet espace problème est présentée à la figure 13.

Figure 13 : Caractérisation de l'état de l'art.



1. *Domaine(s) d'application*. Si une large part des travaux sont mono-domaine (en l'occurrence, dans cette revue, l'économie d'énergie), le prototype issu des travaux de Eslmore (2010) couvre deux domaines : la gestion de l'énergie et le traitement des déchets.

2. *Fonction de persuasion*. Les fonctions de persuasion Mirror, What-if, et Recommend sont les fonctions les plus mises en œuvre.
La fonction Mirror est principalement mise en œuvre au travers des éléments de feedback relatifs à notre activité récente de consommation énergétique et l'accès à un historique de notre consommation énergétique. Une large majorité des travaux considérés dans cette revue propose un feedback au travers d'une représentation observable des actions récentes, souvent sous forme quantitative, en particulier la consommation en kWh. L'accès à un historique de la consommation est un élément de l'interface souvent présent dans les prototypes de cette revue, comme dans les travaux de Pereira et coll. (2013) permettant de visualiser une consommation sur un mois. Ces informations de consommation peuvent être un constat global (consommation de l'habitation). Toutefois, une estimation est fournie à grain fin pour chaque appareil électrique (détail par appareil comme c'est le cas dans EnergyLife (Gamberini, 2012) par exemple). Cette estimation est parfois mise en regard de la consommation d'autrui (comparaison sociale comme dans PowerAdvisor (Kjeldskov, 2012).
La fonction What-if est principalement mise en œuvre au travers d'éléments d'interface permettant d'extrapoler la consommation future en fonction de la consommation présente. C'est le cas du prototype Personalized eco-feedback (Petkov, 2012) qui indique l'économie financière sur le comportement positif adopté ne varie pas. Le principe de récompense est également un moyen pour mettre en œuvre (ex. satisfaction morale de contribuer à préserver la planète).
La fonction Recommend est principalement mise en œuvre par une interface prodiguant des conseils. Par exemple, l'application Handy Feedback (Weiss, 2009) recommande des comportements types pour réduire la consommation de chaque appareil.
La fonction What-for n'a pas été trouvée dans les travaux pris en compte dans cette revue.

3. *Représentation*. Les représentations quantitatives (sous forme numérique ou de graphes comme un histogramme de la consommation énergétique sur une semaine) et symboliques (ex. le compteur de vitesse de l'application PowerAdvisor (Kjeldskov, 2012) ou le jardin de fleurs de l'application de Consolvo (2009)) sont les plus souvent mises en œuvre. Toutefois, des représentations abstraites sont également employées comme dans les travaux de Rodgers (2011).

4. *Interactions*. Différents formes d'interaction sont disponibles pour accompagner le changement de comportement comme :

- Interagir avec les observations (ex. Costanza, 2012) comme la navigation dans des historiques (Mirror) ou annoter des évènements marquants de la consommation (Explain, Recommend).
- Comprendre comment (Explain) et s'entrainer à réduire sa consommation (What-If) au travers de jeux (ex. un quizz (Gamberini (2012)) par la ludification de l'interface.
- Définir des objectifs et fournir des moyens pour accompagner l'utilisateur pour lui permettre d'atteindre l'objectif fixé (ex. Harries, 2013) (Suggest-and-Adjust, What-for).
- Personnaliser l'interface afin d'encourager (Représentation).

5. *Echelles.* Cette dimension caractérise la couverture de l'interface en termes d'échelle de temps, d'espace et humaine :

- *Echelle temporelle* : la temporalité est principalement axée sur la consommation courante (présent) et la consommation passée (historique). Deux prototypes considèrent la consommation future (ex. Personalized eco-feedback (Petkov, 2012)), en lien avec la fonction What-if, qui permet d'extrapoler la consommation future si le comportement actuel est maintenu.
- *Echelle spatiale* : les interfaces de cette revue traitent en majorité de la consommation à l'échelle d'une habitation. Toutefois, trois applications comme PowerWiz (Paay, 2014) considèrent la consommation à l'échelle d'une pièce.

- *Echelle humaine* : Bien que les IHM soient mono-utilisateur, c'est la consommation d'un foyer qui est considérée.

6. *Dispositif d'interaction*. Les interfaces pour Smartphone et tablette sont les dispositifs d'interaction privilégiés. C'est le caractère nomade de ces dispositifs qui est privilégié. Cela peut s'expliquer par le caractère spatial du domaine d'application puisque la consommation énergétique est considérée à l'échelle d'une habitation.

Cette caractérisation valorise le pouvoir génératif de l'espace de classification. En particulier, on note que le WHAT FOR est absent de la littérature et que la représentation symbolique est largement traitée.

4 CONCLUSION

Dans cet article, une revue et une analyse des interfaces persuasives existantes a été présentée, principalement issues du domaine d'application relatif à la consommation énergétique, pour en identifier les moyens de persuasion. De cette analyse systématique, un panel des concepts de persuasion a été extrait et organisé au sein d'un espace de classification comportant six dimensions dont le concept de fonction de persuasion. En particulier, six fonctions de persuasion sont identifiées et caractérisées : Mirror, Explain, Recommend, What-if, What-for, Suggest-and-Adjust. Cet espace de classification a permis de caractériser les travaux de l'art. Il apparaît que les fonctions Mirror (rendre observable le comportement) et What-if (simuler/projeter les effets d'un comportement futur) sont les deux fonctions de persuasion les plus mises en œuvre. L'usage de représentations symboliques, comme le cadran de vitesse, est largement traité et constitue un autre enseignement de cet état de l'art. Ce travail constitue un point d'amorce comme espace génératif pour concevoir de nouvelles applications interactives et persuasives, notamment dans le domaine de la consommation énergétique. En effet, il convient de noter que la fonction What-for (quel comportement adopter pour atteindre un objectif désiré) n'est pas couverte, à notre connaissance, par les travaux existants. Un prototype axé sur cette fonction est en cours de développement.
Outre la complétude de cet espace de classification, plusieurs questions se posent sur la validité des concepts mis en évidence à d'autres domaines d'application comme la santé, notamment concernant les fonctions de persuasion. Se pose également la question de la validité des fonctions de persuasion dans un contexte multi-utilisateurs. En effet, est-ce qu'une stratégie de recommandation (fonction Recommend) est valable à la fois sur le plan individuel et pour un groupe d'individu ? Ces perspectives de recherche sont à inscrire dans une approche pluridisciplinaire au croisement avec les sciences humaines comme la sociologie.

5 BIBLIOGRAPHIE

- Bandura A. (1991). Social cognitive theory of self-regulation. *Organizational Behavior and Human Decision Processes* 50 (2) 248-287.
- Consolvo, S., Klasnja, P., Mcdonald, D.W. & Landay, J.A. (2009). Goal-setting Considerations for Persuasive Technologies That Encourage Physical Activity. In Proceedings of the *4th International Conference on Persuasive Technology* (Persuasive '09), pages 8 :1–8 :8, New York, NY, USA, ACM.
- Enrico COSTANZA, Sarvapali D. RAMCHURN et Nicholas R. JENNINGS : Understanding Domestic Energy Consumption Through Interactive Visualisation : A Field Study. In Proceedings of the 2012 *ACM Conference on Ubiquitous Computing*, UbiComp '12, pages 216–225, New York, NY, USA, 2012. ACM.
- Darnton A. (2008). GSR Behaviour Change Knowledge Review. In Ref. *Report: An overview of behaviour change models and their uses*. HMT Publishing Unit, London.

- Elsmore, C., Wilson, M.L., Jones, M. & Eslambolchilar, P. (2010). Neighbourhood wattch-community based energy visualisation for the home. In *Nundge & Influence Through Mobile Devices workshop* (NIMD).
- FOGG, B.J. (2002). Persuasive Technology: Using Computers to Change What We Think and Do. *Ubiquity*, December 2002.
- BJ FOGG : Creating Persuasive Technologies : An Eight-step Design Process. In Proceedings of the 4th International Conference on Persuasive Technology, Persuasive '09, pages 44 :1–44 :6, New York, NY, USA, 2009. ACM.
- Gamberini, L., Spagnolli, A., Corradi, N., Jacucci, G., Tusa, G., Mikkola, T., Zamboni, L. & Hoggan, E. (2012). Tailoring Feedback to Users' Actions in a Persuasive Game for Household Electricity Conservation. In Magnus BANG and Eva L. RAGNEMALM Eds, *Persuasive Technology. Design for Health and Safety*, numéro 7284 de Lecture Notes in Computer Science, pages 100–111. Springer Berlin Heidelberg.
- Harries, T., Eslambolchilar, P., Stride, C., Rettie, R. & Walton, S. (2013). Walking in the wild using an always-on smartphone application to increase physical activity. In *Human-Computer Interaction–INTERACT 2013*, pages 19–36. Springer.
- Kjeldskov, J., Skov, M.B., Paay, J. & Pathmanathan, R. (2012). Using Mobile Phones to Support Sustainability: A Field Study of Residential Electricity Consumption. In Proceedings of the *SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems, CHI '12*, pages 2347–2356, New York, NY, USA, ACM.
- Medland, R. (2010). Curbing Paper Wastage Using Flavoured Feedback. In Proceedings of the *22rd Conference of the Computer-Human Interaction Special Interest Group of Australia on Computer-Human Interaction, OZCHI '10*, pages 224–227, New York, NY, USA, ACM.
- Oinas-Kukkonen, H. & Harjumaa, M. (2009). Persuasive systems design: Key issues, process model, and system features. *Communications of the Association for Information Systems*, 24(1):28.
- Paay, J., Kjeldskov, J., Skov, M.B., Lund, D., Madsen, T. & et Nielsen, N. (2014). Design of an Appliance Level Eco-Feedback Display for Domestic Electricity Consumption.
- Pereira, L., Quintal, F., Barreto, M. & Nunes, N.J. (2013). Understanding the Limitations of Eco-feedback: A One-Year Long-Term Study.
- Petkov, P., Goswami, S., Kobler, F. & et Krcmar, H. (2012). Personalised Eco-feedback As a Design Technique for Motivating Energy Saving Behaviour at Home. In Proceedings of the *7th Nordic Conference on Human-Computer Interaction: Making Sense Through Design, NordiCHI '12*, pages 587–596, New York, NY, USA, ACM.
- Rodgers, J. & Bartram, L. (2011). Exploring ambient and artistic visualization for residential energy use feedback. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 17(12):2489–2497.
- Segersta, K. & Oinas-Kukkonen, H. (2007). Distributed User Experience in Persuasive Technology Environments. In Yvonne de Kort, Wijnand Ijsselsteijn, Cees Midden, Berry Eggen and B. J. Fogg, éditeurs, *Persuasive Technology*, numéro 4744 de Lecture Notes in Computer Science, pages 80–91. Springer Berlin Heidelberg.
- Weiss, M., Mattern, F. & Graml, T., Stakke, T. & Fleisch, E. (2009). Handy Feedback: Connecting Smart Meters with Mobile Phones. In Proceedings of the *8th International Conference on Mobile and Ubiquitous Multimedia, MUM'09*, pages 15 :1–15 :4, New York, NY, USA, ACM.

6 REMERCIEMENTS

Les recherches ont été réalisées dans le cadre du projet INVOLVED ANR-14-CE22-0020-01 (2012-2016) de l'Agence Nationale de la Recherche. Nous remercions l'ANR pour son financement et les membres du projet pour les discussions toujours constructives.

7 BIOGRAPHIE

	Grégory CANO est étudiant à l'Université de Grenoble Alpes en Master Recherche Informatique.
	Yann Laurillau est Maître de Conférences HDR en Informatique à l'Université Grenoble Alpes. Ses travaux portent sur les interactions homme-machine symbiotiques. Il explore, en particulier, les applications multi-utilisateurs douées d'adaptation à leur contexte d'usage (plasticité) et de persuasion.
	Gaëlle Calvary est professeur en Informatique à l'Institut polytechnique de Grenoble. Ses travaux portent sur la plasticité des Interfaces Homme-Machine (IHM). Son but est de fournir des modèles, méthodes et outils pour soutenir le développement d'IHM plastiques. L'approche qu'elle a le plus explorée est l'Ingénierie Dirigée par les Modèles. Elle défend l'unification des phases de conception, d'exécution et d'évaluation autour des notions de modèles et de transformations de modèles. Elle explore aujourd'hui la plasticité comme levier de persuasion technologique.