

Systemes ludo-persuasifs pour la consommation durable : 3 - Analyse du potentiel ludo-persuasif d'un challenge énergétique en entreprise

Bernard SENACH

INRIA Sophia Antipolis
Méditerranée

bernard.senach@inria.fr

Anne-Laure NEGRI

Ethnomining

alnegri@ethnomining.com

**Ludo-persuasive systems for sustainable consumption:
3 – Analysis of the potential of a ludo persuasive energetic
challenge in companies.**

Abstract. We are entering a time when sustainable consumption requires a change of lifestyle. Yet behavioural change is not straightforward. To speed up the necessary changes, attention has been paid to human and social sciences as well as technology breakthrough. New interactive devices combining game and persuasive design have emerged and there is a ray of hope that these devices will facilitate societal shift. This article presents the Ecoffices energy challenge, a behaviour change competition for saving energy in office buildings. The challenge was based on a comprehensive use of ICT (sensors, gamified dashboards, etc.) and the study of new eco-friendly behaviors required advanced usage analysis techniques. Though energy savings did occur, they were less important than expected. An analysis of these results pointed out weaknesses related to technical dysfunctions and difficulties in staying engaged in the competition, but a more detailed analysis of the challenge dynamics was necessary. This paper provides such an analysis, using a grid of "ludo-persuasive" principles presented in Negri and Senach (2015) in order to assess both persuasive and gamification properties of the Ecoffices energy challenge.

Key words: sustainable development, gamification, energy challenge, Ecoffices.

Résumé. L'articulation des nouvelles technologies de l'information et de la communication (NTIC) avec les modèles de changements comportementaux développés dans les Sciences Humaines et Sociales (SHS) joue un rôle de plus en plus important pour le développement durable. Dans les sociétés avancées, il est nécessaire de modifier radicalement nos modes de vie et, dans les sociétés dites émergentes, l'impératif est l'adoption de modes de développement alternatifs. Les NTIC ont ainsi trouvé un champ d'application privilégié dans le contexte de la réduction des consommations énergétiques. Plusieurs challenges énergétiques ont été conduits aussi bien avec le grand public qu'avec les employés d'entreprises. L'évaluation de l'efficacité de ces dispositifs ne dit généralement pas grand-chose de leurs qualités intrinsèques, de leurs défauts, de leurs faiblesses. L'article propose une analyse détaillée des caractéristiques ludo-persuasives du projet Ecoffices, un challenge énergétique basé sur une instrumentation des bureaux qui s'est déroulé sur plusieurs mois au sein d'une entreprise. A l'issue du projet, le bilan des économies d'énergie réalisées a été globalement satisfaisant. Cependant, un certain nombre de faiblesses ont questionné le dispositif sur des points tels que le maintien de l'engagement des participants dans la compétition ou l'efficacité réelle des feedbacks de consommation fournis aux participants. En vue d'une éventuelle réplique de l'étude, des pistes permettant d'éviter les difficultés rencontrées et d'améliorer l'efficacité de ce type de dispositif ont été identifiées à l'issue du projet (Thibault Decorme Senach Trousse Goffart et Torres, 2012). Ces pistes restent cependant assez générales, et pour tirer les leçons plus détaillées de l'expérimentation Ecoffices, une "déconstruction" du dispositif a été réalisée à la lumière des travaux conduits dans le champ des technologies persuasives et des applications "gamifiées". Le présent

chapitre rend compte de ces compléments d'analyses a posteriori et des pistes d'amélioration qui peuvent être envisagées. La "revisite" du challenge s'appuie sur une grille d'analyse proposée par Negri et Senach (2015) pour jeter les bases d'une approche structurée de la qualité de ces systèmes "ludo-persuasifs" (SLP) qui combinent des composantes ludiques et des composantes de persuasion.

Mots-clés : développement durable, ludification, challenge énergétique, Ecoffices.

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

1 DISPOSITIFS LUDO-PERSUASIFS D'INCITATION AUX ECONOMIES D'ENERGIES

La réalisation d'économie d'énergie par les consommateurs passe par leur engagement dans des actions spécifiques : réduction de consommation, modification des comportements d'usage des appareils, remplacement des installations par des équipements moins énergivores, mise en place de nouvelles habitudes... Pour sensibiliser la population et l'inciter à adopter l'une de ces solutions, de nombreux dispositifs ont été élaborés. Ils vont de la simple campagne d'information jusqu'à la mise en œuvre d'expérimentations à grande échelle, en passant par des mesures fiscales prises par les pouvoirs publics ou par l'utilisation de technologies "intelligentes". Bien que la conscience de la nécessité de réduire la consommation énergétique soit maintenant largement admise dans la population, il reste difficile de faire évoluer les comportements des citoyens vers les éco-gestes et des campagnes de communication sont régulièrement élaborées à cette fin. La seule information est un levier insuffisant pour provoquer des changements de comportements, cela est maintenant bien établi (voir par exemple dans Joule Girandola et Bernard (2007) un résumé de l'étude d'impact du *Hutchinson Smoking Prevention Project*). Des moyens plus efficaces et davantage susceptibles de conduire à une véritable prise de conscience, voire à l'engagement des personnes ont été recherchés. Les jeux sérieux sont une des pistes mises en œuvre depuis quelques années¹, les challenges énergétiques en sont une autre.

1.1 Les challenges énergétiques

Les challenges énergétiques sont des dispositifs de sensibilisation aux économies d'énergie dans lesquels des principes de persuasion ont été implémentés ainsi que des principes de jeu. Cette intégration de composantes ludiques telles que la mise en compétition des participants et de composantes de persuasion comme le feedback de consommation en fait des dispositifs "ludo-persuasifs". Ils sont élaborés le plus souvent pour le grand public et ont plus rarement visé les employés d'une entreprise.

1.1.1 Challenges grand public

Un challenge est une mise en situation collective dans laquelle un défi est proposé aux participants, avec, pour les vainqueurs, une gratification attractive. En l'occurrence, le défi d'un challenge énergétique est de parvenir à réduire de façon notable sa consommation. Les dispositifs de ce type se sont multipliés ces dernières années. On peut citer par exemple :

- "Familles à énergie positive" (<http://www.familles-a-energie-positive.fr/>) concerne les économies d'énergie chez les particuliers. L'objectif global du projet est d'appliquer le protocole de Kyoto à l'échelle du grand public au niveau du quartier ou des communes.
- "Challenge énergie" (<http://www.bruxelles.be/artdet.cfm?id=521>) concours interactif et ludique conduit de février 2009 à décembre 2010 pour sensibiliser et conscientiser les quelque 3.000 ménages locataires de la Régie Foncière de la Ville de Bruxelles à l'utilisation rationnelle de l'énergie.
- "Grand challenge Poweo". En 2008, sur une période d'une semaine, l'entreprise POWEO a proposé à ses clients ayant souscrit à l'option POWEO Box de participer à un « Grand Challenge Économies d'Énergie » dont le but était de réaliser un maximum d'économie d'énergie en mettant en œuvre tous les conseils fournis par le fournisseur d'énergie. Le gagnant du concours a économisé 39% d'énergie électrique par rapport à ses consommations «habituelles». Le deuxième lauréat a économisé 14% d'énergie.

¹ Voir par exemple : PowerAgent [Bang et al. 2007], PowerHouse [Bang et al. 2006], lachezprise (<http://lachezprise.qc.ca/>), Energy (<http://efficaciteenergetique.mrn.gouv.qc.ca/energy/jeu>)

Ces challenges sont orientés vers le grand public car les ménages sont directement à l'origine de la moitié des émissions de carbone et de la consommation d'énergie, essentiellement dans le domaine du logement et des transports, mais aussi à travers l'utilisation de biens de consommation ou d'équipements énergivores.ⁱ Le tertiaire étant le second secteur grand consommateur, des challenges ont aussi été conduits en entreprise.

1.1.2 Challenges en entreprise

La consommation d'énergie dans le tertiaire est d'abord liée à ses besoins fonctionnels mais aussi au bas niveau d'efficacité énergétique des bâtiments. Dans l'ancien, les solutions passent par des travaux d'isolation des murs et des toitures et le Grenelle de l'environnement a prévu de faire 38% d'économie d'énergie d'ici 2020. Dans les nouveaux bâtiments, une étude de l'Agence de l'Environnement et de la Maitrise de l'Énergie (ADEME)ⁱⁱ a mis en évidence une surconsommation liée cette fois aux comportements énergivores des occupants. Pour inciter le personnel des entreprises aux économies dans leur cadre professionnel, les dispositifs de sensibilisation qui leur sont destinés sont généralement constitués de séminaires, de plaquettes d'information pour leur faire prendre conscience des coûts énergétiques des comportements non contrôlés et les aidant à l'identification des éco-gestes à mettre en œuvreⁱⁱⁱ. Mais, des dispositifs plus élaborés ont été utilisés, notamment, des challenges énergétiques :

- "Energy Trophy" (<http://www.energytrophy.org/>) est un concours d'envergure européenne pour réaliser des économies d'énergie au sein d'une entreprise grâce aux changements de comportement des employés dans les bureaux.
- "Ecoffices" est un challenge qui s'est déroulé au sein du CSTB de Sophia Antipolis au cours de l'année 2011. A partir d'une instrumentation des bureaux permettant de tracer les usages des différents équipements électriques (éclairage, climatisation, outils bureautique, ...), des ouvrants (portes, fenêtres) et de détecter les entrées/sorties du bureau, le challenge a mis en compétition 3 équipes (49 participants) pour qu'ils réalisent des économies d'énergie en modifiant leurs comportements de consommation au cours de leurs activités professionnelles habituelles. Ce challenge a été motivé par le constat que les éco-gestes adoptés à domicile étaient rarement mis en œuvre dans le cadre du travail. L'objectif principal de la compétition était alors de faire prendre conscience aux employés de l'entreprise du potentiel d'économies énergétiques réalisables et de la participation active qu'ils pouvaient y prendre.

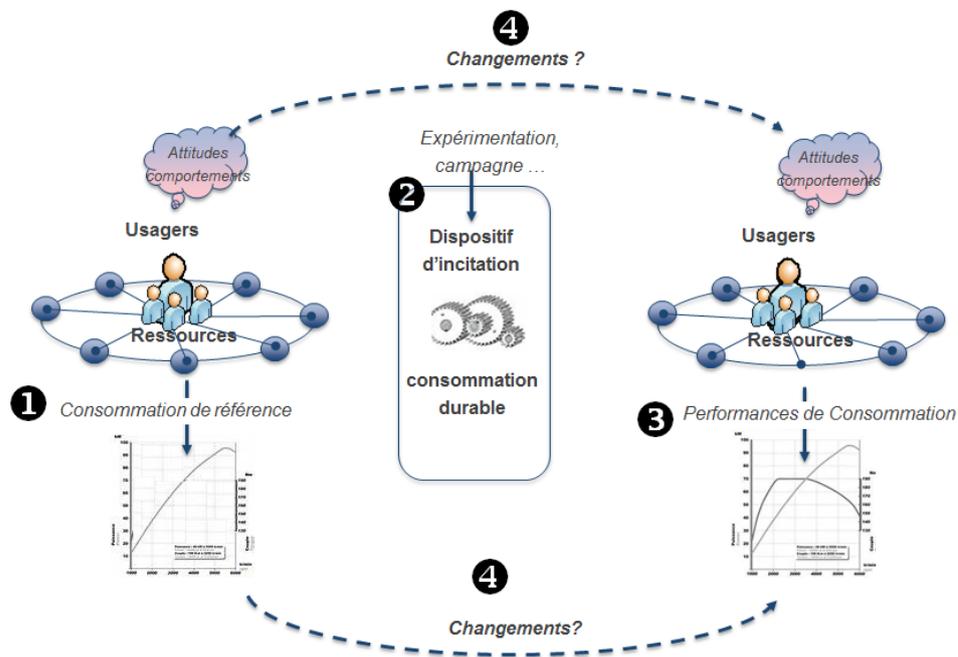
On notera que la question de l'efficacité de ces dispositifs d'incitation est toujours posée en termes de performance et/ou de changement de comportement. Les questions concernant la stratégie de persuasion, le choix des principes mis en œuvre et leur combinaison sont plus rarement abordées.

1.2 Efficacité des dispositifs d'incitation

1.2.1 Évolution des performances et/ou des comportements

La plupart des évaluations des dispositifs d'aide à la réduction des consommations énergétiques sont basées sur la comparaison des performances de consommation : l'efficacité est mesurée généralement en quantifiant le pourcentage d'économies réalisées à l'issue du cycle de vie du dispositif et, dans le meilleur des cas, en complétant ces données par une analyse des changements d'attitudes et/ou de comportements des participants. Le principe général d'évaluation des aides à la réduction des consommations énergétiques est représenté dans le schéma ci-dessous.

Figure 1 : Paradigme des incitations à la réduction des consommations énergétiques



Soit :

1. les interactions d'une population d'utilisateurs donnée (ménages, habitants d'un quartier, employés d'une entreprise ...), avec les équipements technologiques disponibles dans leur environnement quotidien, définissent une consommation énergétique de référence sur une période donnée.
2. dans le cadre d'un événement (orientation politique, expérimentation, animation de quartier ...) un dispositif d'incitation à la réduction de la consommation (campagne de sensibilisation, challenge ...) est mis en œuvre (par les pouvoirs publics, par une entreprise, par une association ...) avec l'objectif de faire évoluer les usages des équipements et de conduire à des économies d'énergies.
3. les interactions avec les équipements sont modifiées en fonction de la sensibilité des utilisateurs aux incitations du dispositif, et la consommation énergétique évolue en conséquence.
4. au bout d'un certain temps, une quantification de l'efficacité du dispositif d'incitation est effectuée au moment opportun en cherchant à mettre en évidence les éventuelles modifications de la consommation énergétique et/ou les changements d'attitudes et de comportements.

1.2.2 Une question ouverte : la qualité du dispositif d'incitation

Les dispositifs d'incitation conduisent généralement à des économies relativement peu élevées, ce qui est le plus souvent rapporté à la "résistance au changement" des individus. Pourtant, les propriétés intrinsèques de ces dispositifs peuvent aussi être questionnées. Peu de travaux se sont attachés à mettre en évidence les conditions de mise en œuvre des principes de persuasion et à analyser leur efficacité. Les quelques analyses des dispositifs ludo-persuasifs disponibles dans la littérature restent assez générales ou ne permettent pas une méta-analyse formelle. Par exemple, Tarning et Oinas-Kukkonen (2009) font une revue de 38 dispositifs en identifiant, entre autres, les principes qui y sont mis en œuvre. L'analyse montre que certains d'entre eux sont plus fréquemment utilisés ; ainsi les trois principes implémentés pour fournir un support à la tâche sont l'adaptation au besoin, le guidage persuasif et la réduction de la complexité. De la même façon, dans la gamification,

l'attribution de trois principes de motivation sont surreprésentés : le recours aux points, au classement des participants et aux badges (Hamari Koivisto and Sarsa, 2014).

Pour intéressantes qu'elles soient, ces analyses ne disent rien de la qualité du dispositif, de ses défauts, de ses faiblesses, de la nature des difficultés rencontrées par ceux qui y sont confrontés. Typiquement, dans le cadre du projet Ecoffices, si le bilan des économies d'énergie réalisées a été globalement satisfaisant, un certain nombre de faiblesses ont questionné le dispositif sur des aspects tels que le maintien de l'engagement des participants dans la compétition ou l'efficacité réelle des feedbacks de consommation qui étaient fournis. La connaissance du protocole mis en place pour assurer la compétition ainsi que des actions de suivi opérationnel constitue une opportunité pour une étude détaillée des "do's and don'ts" dans ce contexte. Pour établir un bilan plus précis, une "déconstruction" du dispositif a été réalisée à la lumière des travaux conduits dans le champ des technologies persuasives et des applications "gamifiées" et tels qu'introduits dans Senach et Negri (2015). Ces compléments d'analyses *a posteriori* et les pistes d'amélioration qui peuvent être envisagées sont présentés ci-dessous : dans un premier temps, les principales caractéristiques du challenge Ecoffices sont rapidement décrites, puis les options prises pour l'analyse *post-mortem* du dispositif sont justifiées.

2 PRINCIPALES CARACTERISTIQUES DU CHALLENGE ECOFFICES

Envisagé initialement comme une expérimentation en situation naturelle, le dispositif Ecoffice est considéré ici comme un système "ludo-persuasif" combinant des principes de persuasion et des principes de ludification. L'analyse présentée dans le chapitre consiste à identifier, à partir d'une grille d'analyse proposée dans Negri et Senach (2015), les principes ludo-persuasifs qui ont été implémentés, à qualifier cette implémentation de façon à estimer le "potentiel de persuasion" du dispositif par un indicateur arithmétique. L'analyse conduit à établir un bilan plus précis que celui qui avait été réalisé à l'issue du projet et à des recommandations en vue de la réplique du dispositif.

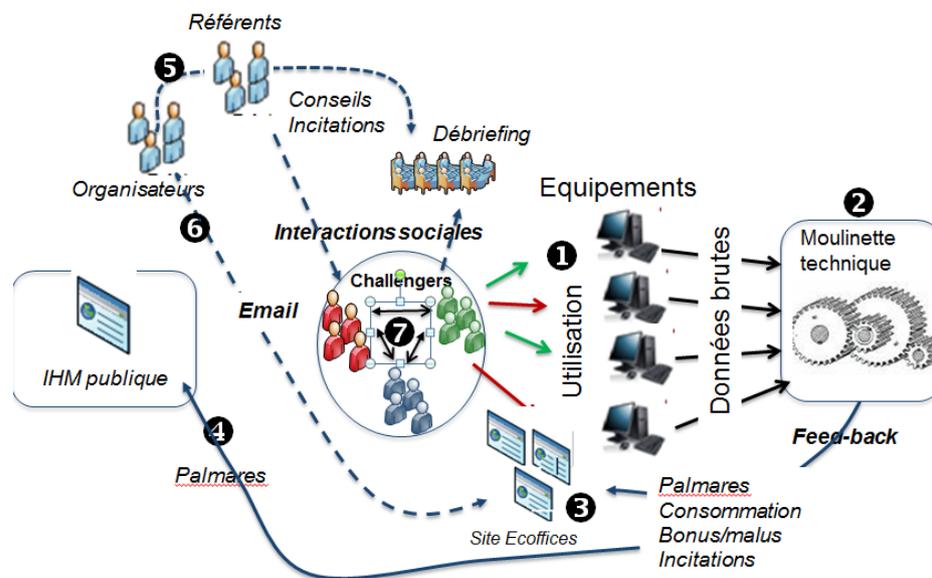
Les principales caractéristiques du challenge sont les suivantes :

- Les composantes ludo-persuasives sont distribuées entre les interactions hommes-machines et des interactions sociales.
- L'instrumentation des bureaux permet de tracer les usages des équipements de façon non intrusive.
- Les composantes du moteur du challenge sont réparties entre la dynamique de la compétition, le feedback de consommation et les dynamiques sociales.

2.1 Dispositif ludo-persuasif du projet Ecoffices

Les principales composantes du dispositif ludo-persuasif mis en œuvre pour le challenge Ecoffices sont identifiées dans la figure ci-dessous.

Figure 2 : Composantes du dispositif ludo-persuasif Ecoffices



Interactions hommes-machines :

(1) Les actions élémentaires sur les équipements électriques (mise en service/arrêt), les ouvrants (ouverture/fermeture) et les entrées/sorties des bureaux sont enregistrées grâce à l'installation de capteurs.

(2) Les données brutes sont traitées pendant la nuit et la synthèse en est présentée le lendemain sur les pages d'un site dédié au challenge.

(3) Un tableau de bord présente une actualisation quotidienne de la position relative des équipes, les performances (pourcentage d'économies et de gaspillages, de bonus/malus² obtenus). Des informations plus détaillées peuvent être obtenues en consultant les autres pages du site.

(4) Les résultats sont affichés sur un écran dans le hall d'accueil de l'entreprise pour assurer la visibilité publique du challenge.

Interactions sociales :

(5) Des référents sont chargés de l'animation dans chacune des équipes : ils recueillent les remarques des participants, organisent régulièrement des débriefings et effectuent des relances quand nécessaire.

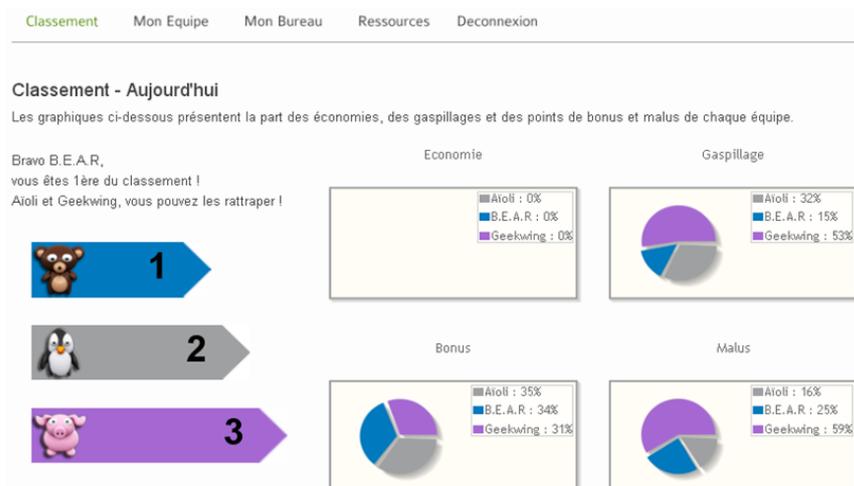
(6) Un plan de communication visant à fournir une information des étapes d'avancement de la compétition et complétant les relances a été mis en œuvre. Les informations aux participants sont diffusées par email.

(7) La compétition s'appuie sur les échanges censés se développer entre les challengers (aide, conseil, émulation, ...).

Le tableau de bord résumant les performances des équipes est présenté ci-dessous.

² Malus = des points sont attribués aux comportements énergivores; Bonus : des points sont attribués aux éco-gestes. Les postes concernés sont différenciés (non fermeture de porte lors des absences, oubli d'arrêt des appareils ...) et des informations plus précises peuvent être obtenues.

Figure 3 : Tableau de bord Ecoffices – palmarès et performances

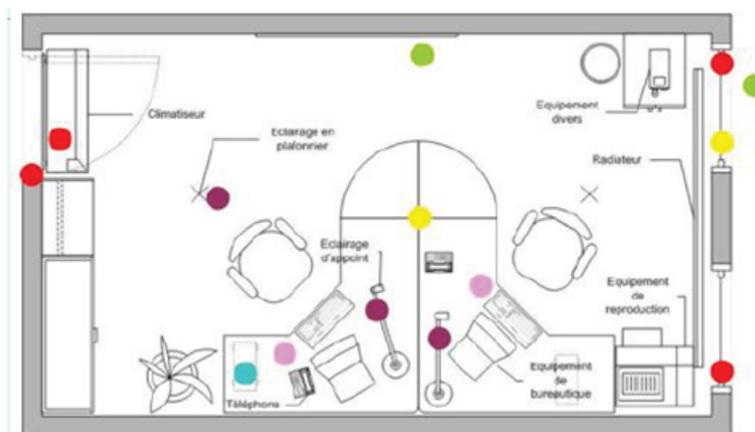


A noter que le site web comporte un accès public permettant aux non-participants de suivre la compétition et un accès protégé réservé aux challengers. La visibilité publique est renforcée par l'installation d'un grand écran dans le hall d'accueil de l'entreprise. Le lecteur intéressé par une présentation plus détaillée pourra consulter le site de présentation du projet (<http://www.ecoffices.com/>).

2.2 Instrumentation des bureaux

A partir d'une instrumentation des bureaux permettant de tracer l'usage des différents équipements électriques (éclairage, climatisation, outils bureautique etc.), des ouvrants (portes, fenêtres) et la présence au bureau, le challenge a consisté à mettre en compétition 3 équipes (49 participants) pour qu'ils réalisent des économies d'énergie en modifiant leurs comportements de consommation au cours de leurs activités professionnelles habituelles.

Figure 4 : Instrumentation des bureaux



2.3 "Moteur" du challenge Ecoffices

Un aspect intéressant de la démarche de déconstruction entreprise ici tient à ce qu'elle permet de rendre explicites les hypothèses sous-jacentes à l'élaboration du dispositif concernant :

- La dynamique de la compétition.
- Le rôle du feedback.

- La dynamique sociale.

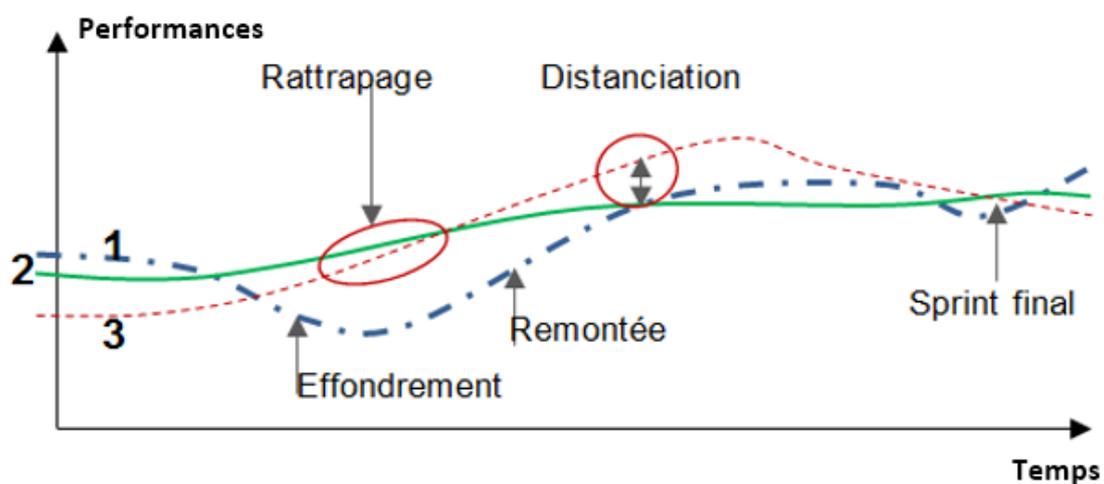
2.3.1 Dynamique de la compétition

Un challenge est un défi difficile que les participants s'engagent à réaliser et qui peut être caractérisé, entre autres, par les attributs suivants :

- Une cible (objectif à atteindre, hors de portée sans effort).
- Une distance à la cible (niveau d'efforts à fournir pour atteindre la cible).
- Un ou plusieurs enjeux (gain symbolique ou matériel) associé(s) à la réalisation du défi.
- Une modalité de participation (individuelle ou collective).
- Un moteur de la dynamique de participation (principe coopération ou de compétition).

La dynamique d'un challenge est bien illustrée par la représentation graphique théorique ci-dessous illustrant quelques-uns des événements qui contribuent à maintenir l'intérêt d'une compétition tout au long de son déroulement.

Figure 5 : Exemple de dynamique de challenge entre 3 équipes (1, 2 et 3)



Pendant la durée du challenge, l'évolution des performances relatives des challengers détermine des situations de rattrapage, de distanciation, des modifications successives de positions relatives qui sont censées maintenir l'intérêt et l'engagement des participants jusqu'à l'étape finale. Les performances de chaque équipe dépendent des contributions individuelles de leurs membres. En théorie, la coopération entre les membres d'une même équipe et la compétition entre les collectifs constituent le moteur intrinsèque du challenge et dès lors que le système d'information fournit les données nécessaires pour connaître les performances obtenues et le classement, le bon déroulement de la compétition devrait être assuré.

A noter que, dans la démarche, la compétition est supposée être un moteur efficace pour tous les participants, or :

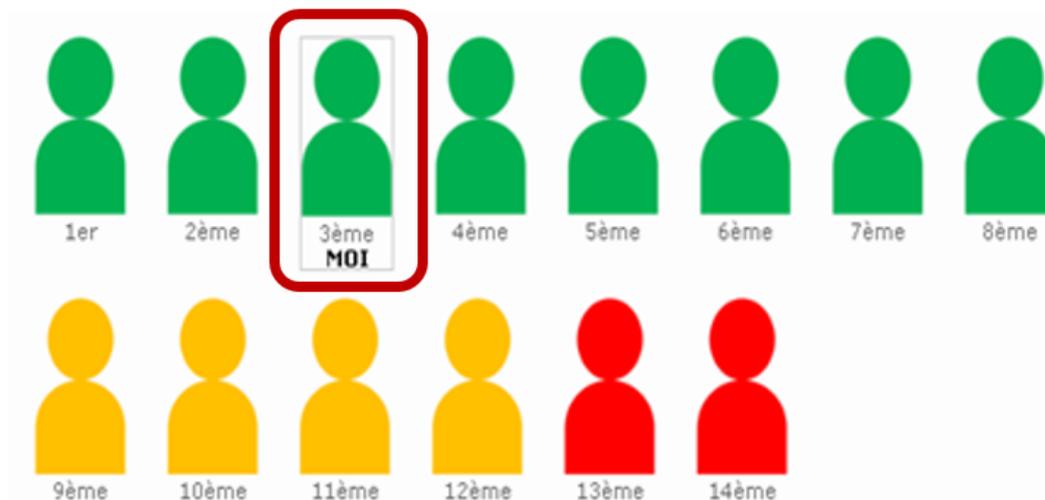
- Certains individus sont plus sensibles à la coopération qu'à la compétition.
- Les profils de joueurs identifiés par Bartle (2005) suggèrent que, dans le cadre d'une compétition, les motivations et les attentes des joueurs peuvent être très différentes.

Ces deux aspects n'ont pas été considérés dans le cadre du challenge Ecoffices.

2.3.2 Rôle du feedback

Parmi les différents leviers qui peuvent déterminer un changement comportemental, la présentation d'un feedback des consommations sur un cycle court (de préférence en temps réel) est considérée généralement comme un excellent candidat³. Dans le contexte des économies d'énergie, les consommateurs ne disposent pas des données de contrôle permettant de réaliser les économies : l'information n'est généralement disponible que sur la facture, elle est indirecte, globale et ne différencie pas les consommations respectives des appareils. De plus, elle est présentée en temps différé ce qui ne permet pas de la relier à des comportements énergivores particuliers. L'éco feedback qui permet à l'individu d'associer ses comportements à ses conséquences a donc fait l'objet de nombreuses publications (voir par exemple (van Dam Bakker et van Hal, 2010) (Froehlich Findlader et Landay, 2010) pour des revues). L'auto-surveillance (*self-monitoring*) est un levier puissant d'incitation à l'amélioration des performances bien illustré par le développement actuel du "moi quantifié" (*quantified self*) qui regroupe les outils permettant à chacun de mesurer ses données personnelles, de les analyser et, parfois, de les partager. Dans Ecoffices, outre le tableau de bord présentant le palmarès du jour, des informations plus précises peuvent être acquises et, compte tenu du caractère sensible des données, les données personnalisées concernent uniquement le rang qu'occupe un individu dans son équipe.

Figure 6 : Classement individuel dans une équipe



2.3.3 Dynamique sociale

Le challenge crée un contexte particulier dans lequel les relations sociales qui peuvent se développer dans chaque équipe et entre les équipes sont censées contribuer à entretenir la dynamique de la compétition. Les hypothèses implicites s'appuient sur un ensemble de théories qui pointent vers des aspects spécifiques des relations sociales, notamment et entre autres :

- Apprentissage social : l'observation et l'imitation des autres des facteurs essentiels d'acquisition des connaissances (Bandura, 1969). Dans un contexte de challenge, la mise en œuvre des comportements cibles peut être facilitée par la démonstration des procédures, la connaissance des pratiques mises en œuvre par les autres, l'identification des progrès que font ceux qui partagent le même objectif ... autant

³ Cette approche a donné lieu à un nombre considérable d'études concernant aussi bien des technologies innovantes [Gustafsson and Gyllenswärd 2005] que la nature de l'information d'éco-feedback permettant une régulation efficace de la consommation.

d'informations qui constituent des incitations et des renforcements pour adopter les comportements cibles ;

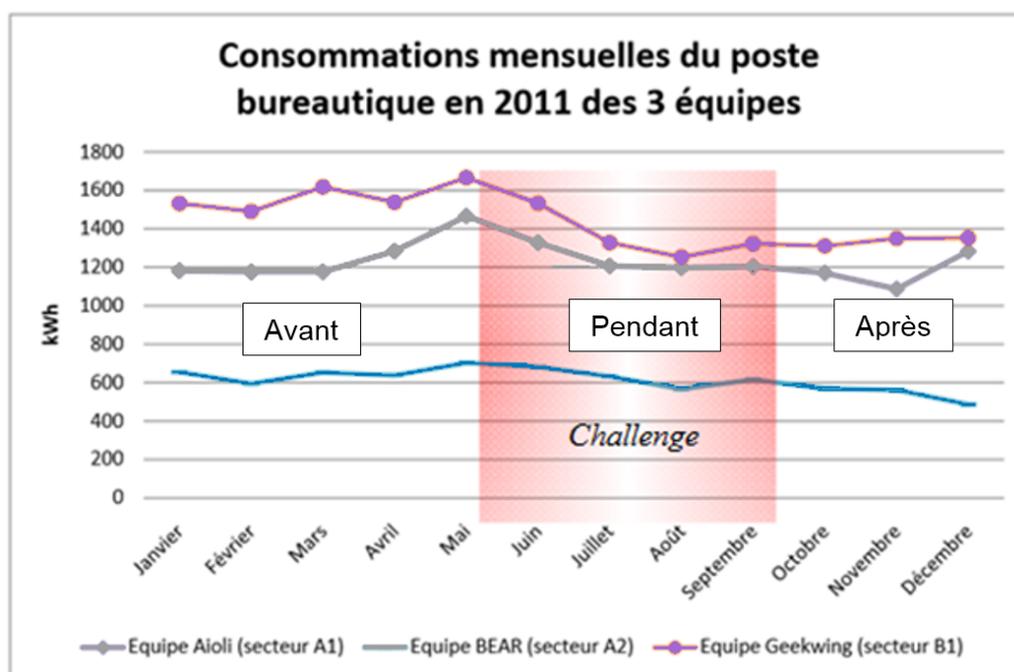
- Comparaison sociale (Festinger, 1954) : le processus par lequel l'individu évalue ses opinions et ses aptitudes en se référant à autrui est censé lui permettre d'obtenir une estimation de ses performances mais également de s'ajuster éventuellement aux normes ambiantes.
- La facilitation sociale : la présence d'autrui lors de la réalisation d'une tâche, peut selon les conditions inhiber ou améliorer les performances d'un individu. La simple présence de personnes réalisant la même tâche a une influence directe sur les performances (effet de co-action). La seule présence (réelle ou supposée) d'observateurs influe aussi sur les performances (effet d'audience). Cet effet est variable selon la complexité de la tâche : il est positif lorsque les tâches sont simples mais les performances peuvent être dégradées si les tâches sont complexes (stress, inhibitions sociale, ...).

D'autres modalités peuvent contribuer à la dynamique du challenge : pression sociale, reconnaissances publiques... Cette dynamique est supposée se mettre en œuvre naturellement en s'appuyant sur les relations existantes entre les membres de chaque équipe et en étant renforcée par l'animation pilotée par les référents.

2.3.4 Le bilan d'Ecoffices en bref

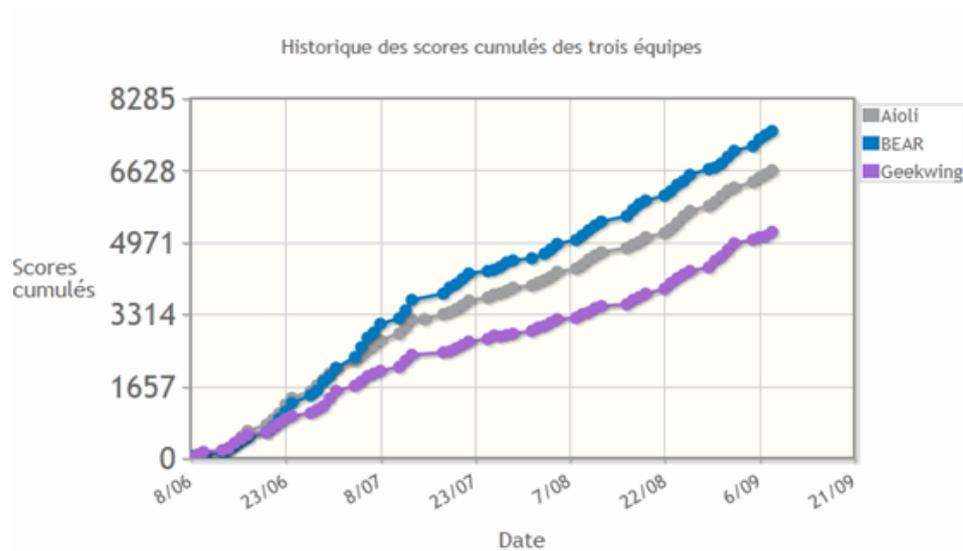
La figure ci-dessous résume l'évolution des consommations d'énergie avant, pendant et après le challenge.

Figure 7 : Evolution des consommations (avant, pendant, après le challenge)



Si les économies réalisées, ont été globalement satisfaisantes, les positions relatives des équipes sont restées stables tout au long du challenge. Ceci est en partie lié à ce que les contraintes techniques d'acquisition et d'enregistrement des données n'ont pas permis de présenter le feedback en temps réel.

Figure 8 : Stabilité des positions des équipes



3 DEMARCHE D'ANALYSE DU "POTENTIEL LUDO-PERSUASIF" DU CHALLENGE ECOFFICES

La déconstruction du challenge Ecoffices cherche à identifier *a posteriori* les principes ludo-persuasifs qui y ont été mis en œuvre en présentant successivement les principes généraux de la démarche suivie et les options qui ont été prises.

3.1 Principes généraux

3.1.1 Le challenge vu comme un système ludo-persuasif

Dans un challenge, les participants sont dans une situation dans laquelle l'atteinte de la cible est hors de portée, ce qui nécessite la mobilisation de ressources particulières. Aux ressources internes de l'individu (motivation, astuces, pugnacité, endurance, ...) viennent s'ajouter des ressources externes qui sont implémentées dans le dispositif sociotechnique supportant le challenge et qui visent par exemple à faciliter la réalisation de la tâche, à valoriser le succès, à mettre en capacité de réussir.... Ces ressources sont des ressources de persuasion, celle-ci étant définie comme un processus symbolique par lequel un communicateur ("persuadeur") tente de convaincre une ou plusieurs personnes (persuadé(s)), de modifier leurs attitudes ou leurs comportements concernant un objet d'intérêt par la transmission d'un message dans une ambiance de libre choix⁴.

Outre cette composante persuasive, un challenge présente une dimension ludique et son utilisation, dans le contexte des économies d'énergie s'accorde à la définition qu'en donnent Deterding, Dixon, Khaled et Nack (2011) comme étant l'utilisation de composants de jeu dans un contexte non ludique⁵.

On aborde donc ici l'analyse du challenge Ecoffices en considérant qu'il est à l'intersection de deux champs de recherche : celui des technologies persuasives via sa

⁴ "...a symbolic process in which communicators try to convince other people to change their attitudes or behaviors regarding an issue through the transmission of a message in an atmosphere of free choice." [Perloff, 2003].

⁵ "gamification [is the] use of game design elements in non-game contexts".

dimension d'instrumentation (capteurs, traces d'usage, feedback ...) et celui du jeu à travers notamment le principe de compétition et les gains associés.

3.1.2 **Objectif : réaliser une analyse heuristique des caractéristiques ludo-persuasives d'un dispositif d'incitation**

Au fil du temps, la boîte à outils de conception et d'évaluation d'ergonomie des interfaces utilisateurs a été régulièrement enrichie de modèles, de méthodes, de techniques et d'outils, automatisés ou non. Initialement basée sur des données anthropométriques et physiologiques, elle a progressivement intégré des guides de conception, des guides de styles, des grilles de critères de qualité ergonomique. Ces critères dérivent d'une quantité considérable d'expérimentations conduites en laboratoire et sont supportés par une littérature académique importante, ce qui légitime l'élaboration d'outils tels que la grille proposée par Bastien et Scapin (1993) souvent utilisée pour fonder l'expertise ergonomique des IHM.

L'état de l'art des systèmes ludo-persuasifs est actuellement beaucoup moins avancé : s'il existe des premiers travaux engagés dans une perspective de conception et d'évaluation (Oinas-Kukkonen et Harjumaa, 2008) (Fogg, 2009), (Nemery, 2012), (Chou, 2015), il n'y a pas pour l'instant d'outil consensuel validé qui puisse être directement utilisé pour effectuer une expertise "ludo-persuasive" d'un dispositif. L'analyse présentée ci-dessous s'appuie alors sur un travail qui reste exploratoire, en se référant à la grille de Negri et Senach (2015) qui ont cherché à intégrer dans un cadre cohérent des principes de persuasion et de ludification dispersés dans des travaux variés.

3.2 **Options prises**

3.2.1 **Grille d'analyse PLP (Principes Ludo-Persuasifs)**

En bref, la grille comporte 45 principes ludo-persuasifs élémentaires répartis dans les 4 classes fonctionnelles identifiées par Oinas-Kukkonen et Harjumaa (2008), soit : support à la tâche principale, support au dialogue, à la crédibilité et à la socialité.

3.2.2 **Dimensions d'analyse du dispositif ludo-persuasif Ecoffices**

L'analyse des propriétés d'un dispositif interactif peut être envisagée selon des points de vue très différents. Lorsqu'il s'agit d'une interface utilisateur, on peut en réaliser une analyse fonctionnelle, s'intéresser aux attributs graphiques et géométriques des objets, à la densité d'information sur les pages, à la cohérence des procédures, ... La sélection des propriétés analysées résulte d'un choix stratégique prenant en compte les exigences du contexte, les objectifs de l'étude, les caractéristiques de la population, les exigences des tâches ... De la même façon, l'analyse des propriétés d'un dispositif ludo-persuasif doit pouvoir être focalisée sur des aspects spécifiques en fonction des objectifs poursuivis (en l'occurrence : utilisabilité, récréativité, persuasibilité). La déconstruction du dispositif Ecoffices vise à déterminer *a posteriori* quels sont les principes de jeu et de persuasion qui ont été mobilisés dans le cadre du challenge. L'analyse concerne alors le "potentiel de persuasion" avec l'idée que celui-ci est maximisé lorsque tous les principes de persuasion sont mis en œuvre selon des modalités satisfaisantes.

On considère ici que l'on peut qualifier un dispositif ludo-persuasif tel qu'Ecoffices en fonction du nombre de principes implémentés et de la façon plus ou moins satisfaisante dont ils sont mis en œuvre. Par exemple lorsqu'un guidage procédural est fourni, ce guidage peut-être plus ou moins spécifique selon qu'il indique un objectif général à atteindre ou qu'il explicite l'action à mettre en œuvre. On suppose dans ce dernier cas que l'efficacité du guidage procédural est maximisée puisqu'il indique "comment faire" plutôt que "quoi faire". Le niveau de détail et le degré de précision deviennent alors des indicateurs à considérer pour évaluer ce type de principe. Dans l'analyse d'Ecoffices, les indicateurs associés à

chacun des principes n'ont pas été formalisés : l'analyse s'appuie sur une échelle en 4 points (cf. ci-dessous 3.2.3) et l'identification des indicateurs et leur notation ont été faites de façon ad hoc.

L'analyse effectuée s'appuie sur les documents disponibles, notamment : l'environnement documentaire destiné aux challengers, le bilan établi à l'issue de l'étude et les comptes rendus de débriefing. Elle consiste à :

- déterminer si un principe donné est mis en œuvre ou non dans le dispositif Ecoffices.
- déterminer si l'implémentation d'un principe est satisfaisante ou non au regard de la définition qui en est donnée par Negri et Senach (2015). Une note est attribuée en fonction de l'échelle présentée dans la section suivante.

3.2.3 Notation

La notation de chaque principe est faite en considérant :

- La présence/l'absence du principe au regard des composants du dispositif Ecoffices
- La "distance" entre l'implémentation du principe dans Ecoffices et la définition qui en est donnée dans la grille PLP.

L'échelle en 4 points utilisée pour estimer la qualité d'implémentation d'un principe ludo-persuasif est la suivante :

- 3 : principe présent, support maximal.
- 2 : principe présent, support moyen.
- 1 : principe présent, support minimal.
- 0 : principe absent.

La note attribuée est fonction de l'appréciation de l'analyste et, bien sûr, elle n'échappe pas aux critiques docimologiques. Même si les notations ont été discutées et revues par les analystes, elles n'ont pas fait l'objet d'une procédure de validation structurée. Il est clair qu'une notation par plusieurs évaluateurs aurait été préférable. Compte tenu du caractère exploratoire du travail, cette limite méthodologique n'a pas été jugée réductrice.

Pour donner un aperçu synthétique des caractéristiques ludo-persuasives dans chacune des 4 classes de support, deux indices sont proposés :

- Score de couverture du support. Cet indicateur varie entre 0 et 1. Il est défini par le ratio : nombre de principes implémentés dans une classe de support/ nombre total de principes dans cette classe
- Score d'intensité de la couverture du support. Cet indicateur varie entre 0 et 1. À chaque principe ludo-persuasif d'une classe de support, on attribue une note en fonction de l'échelle définie ci-dessus (cf. 3.2.3). Le score d'appréciation du support est défini par le ratio : somme des notes attribuées aux principes/somme des notes maximales attribuables aux principes de cette classe.

A noter que les indicateurs quantitatifs doivent être traités avec précaution. En particulier, ils peuvent laisser penser que, plus la note obtenue est élevée, plus l'efficacité sera grande. Une implémentation systématique de l'ensemble des principes ludo-persuasifs serait en fait contre-productive, c'est ce que montrent les travaux de Kaptein^{iv} dans lesquels le recours à quelques principes judicieusement choisis se révèle plus efficace. Il reste que la sélection de principes adaptés et leur combinaison en "schèmes persuasifs" est encore à étudier.

3.2.4 Représentation graphique

Le résultat de l'analyse de chaque classe de principe est présenté sous la forme d'un graphique polaire permettant d'identifier rapidement quels principes sont implémentés ou non et avec quelle appréciation.

4 ANALYSE HEURISTIQUE DU DISPOSITIF ECOFFICES

Les hypothèses initiales considéraient que le principe de la compétition associé à la présentation d'un feedback de consommation et à la mise en œuvre "naturelle" d'une dynamique sociale était suffisant au bon déroulement du challenge. La déconstruction présentée ci-dessous cherche à déterminer si ces hypothèses étaient fondées et dans quelle mesure le dispositif devrait être aménagé pour soutenir l'émulation entre les challengers. L'analyse est d'abord faite pour estimer le potentiel ludo-persuasif global en comptabilisant les principes mis en œuvre par rapport aux quatre classes du modèle PSD puis elle est détaillée en examinant, dans chaque classe de principes, chacun d'entre eux.

4.1 Potentiel ludo-persuasif global

Les scores de potentiel global sont les moyennes arithmétiques de chacun des scores des principes individuels.

4.1.1 Scores

L'estimation du potentiel global de persuasion du dispositif est indiquée dans le tableau ci-dessous. Les scores sont calculés sur l'intervalle [0,1].

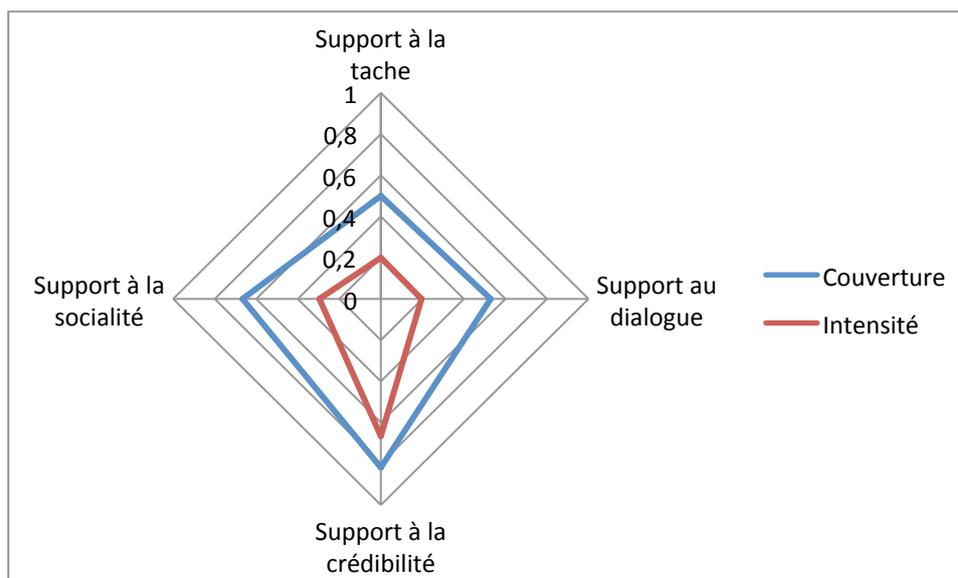
Tableau 1 : Potentiel ludo-persuasif arithmétique global du dispositif Ecoffices

Indice	Valeur	Commentaire
Couverture support (27/45)	du .60	27 des 45 principes de persuasion sont mis en œuvre dans le dispositif
Appréciation support (44/135)	du .325	La qualité de l'implémentation des principes représente 1/3 du potentiel de persuasion

4.1.2 Représentation graphique

Le diagramme polaire ci-dessous présente la synthèse des caractéristiques du challenge Ecoffices et résume son degré de couverture et son niveau d'appréciation.

Figure 9 : Scores de couverture et d'appréciation du dispositif Ecoffices



Les principes ludo-persuasifs en œuvre dans le challenge Ecoffices sont davantage orientés vers la crédibilité et la socialité que vers le support à la tâche et le dialogue, les notes les plus élevées (couverture et appréciation) concernent le support à la crédibilité.

L'analyse détaillée présentée dans les sections suivantes rend compte plus finement des forces et des faiblesses du dispositif Ecoffices en examinant les différents principes proposés dans la grille PLP. En effet, pour chacune des classes de principes :

- un bilan global indiquant les scores de couverture et d'appréciation obtenus est présenté.
- un diagramme polaire donne un aperçu synthétique des notes attribuées à chacun des principes et une rubrique "Remarque" attire l'attention sur des caractéristiques particulières (événements, dysfonctionnements, contraintes...) qui peuvent expliquer la notation.
- un commentaire minimal justifie les notes attribuées.
- les pistes d'aménagement qui paraissent prioritaires sont envisagées.

Les aspects les plus importants sont commentés.

4.2 Potentiel du support à la tâche principale (tâche cible)

Cette classe regroupe les 8 principes ludo-persuasifs destinés à faciliter la mise en œuvre d'un comportement cible. Dans Ecoffices, la tâche principale des participants est d'économiser l'énergie électrique, ce qui peut être réalisé par des éco-gestes réduisant les comportements énergivores. Il s'agit soit de combinaison de gestes (par exemple : éteindre la climatisation en cas d'ouverture des fenêtres, arrêter les appareils en cas de sortie prolongée du bureau...), soit d'une modération de l'usage des appareils de chauffage/refroidissement (mise en service/extinction à l'atteinte de valeurs seuils de température). La difficulté de la tâche tient à ce que les comportements actuels sont très structurés par les habitudes, qu'il faut réduire des automatismes comportementaux et adopter de nouveaux "scripts d'action".

4.2.1 Scores

Les scores de couverture et d'appréciation concernant le support à la tâche principale sont les suivants. Les scores sont calculés sur l'intervalle [0,1].

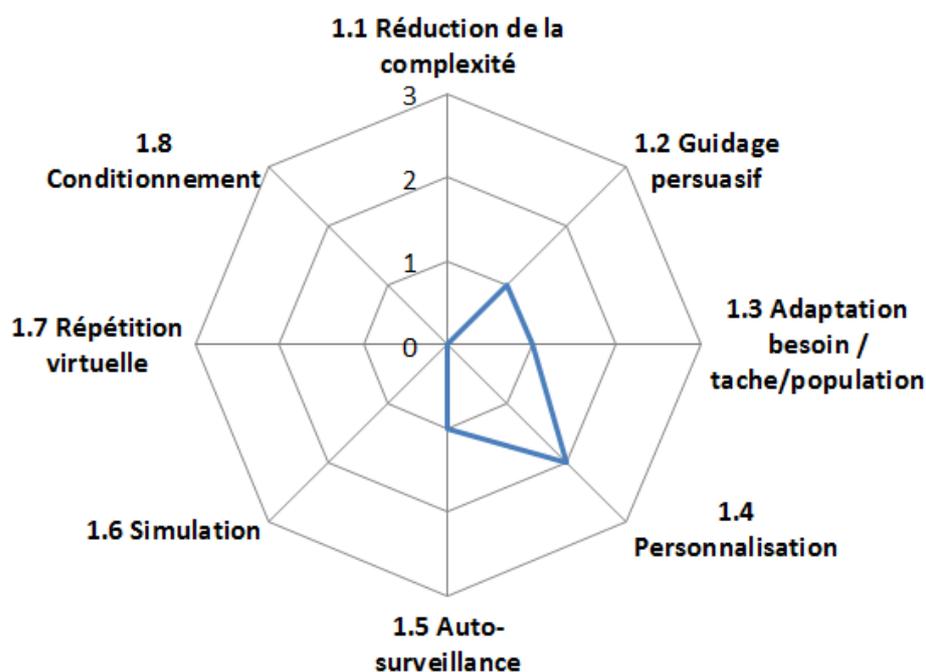
Tableau 2 : Scores arithmétiques du dispositif Ecoffices pour le support à la tâche principale

Indice	Valeur	Commentaire
Couverture du support (4/8)	.50	4 des 8 principes de support à la tâche principale sont mis en œuvre dans le dispositif
Appréciation du support (5/24)	.20	La qualité de l'implémentation des principes représente 1/5 ^{ème} du potentiel de persuasion

4.2.2 Représentation graphique

Le diagramme polaire ci-dessous identifie les principes mis en œuvre et les notes qui leur ont été attribuées.

Figure 10 : Principes mis en œuvre et notations du support à la tâche



Les marges de progression sont importantes. La difficulté de réalisation des économies d'énergie est liée à ce que les comportements mobilisés sont très automatisés et qu'il faut acquérir de nouvelles habitudes : aucun des principes mis en œuvre n'est utilisé à son potentiel maximum.

4.2.3 Notation des principes

Tableau 3 : Scores arithmétiques du dispositif Ecoffices pour le support à la tâche principale

Principe	Note	Commentaire
1.1 Réduction de la complexité	0	Le dispositif ne rend pas la tâche plus simple. Les participants doivent acquérir de nouveaux gestes à partir des performances affichées sur l'IHM mais : Les contraintes techniques liées à l'acquisition et à l'enregistrement des données n'ont pas permis de présenter le feedback en temps réel. Il n'est disponible que le lendemain et les performances affichées sont donc celles du jour précédent. Les contraintes techniques ne permettent pas de disposer du détail des consommations pour tous les postes de consommation. Certaines données sont agrégées au niveau du bureau, d'autres au niveau de l'étage.
1.2 Guidage persuasif	1	Le guidage est fourni dans l'environnement documentaire et lors des débriefings
1.3 Adaptation besoin/tache/population	1	Prise en compte uniquement des conditions de travail (ensoleillement, congés, stagiaires, ...) et des consommations précédentes pour pondérer les calculs de consommation
1.4 Personnalisation	2	Données de consommation individualisées. Utilisation d'avatars et de noms pour personnaliser les messages
1.5 Auto-surveillance	1	Difficultés d'interprétation des données affichées pour ajuster les comportements
1.6 Simulation	0	Non utilisé*
1.7 Répétition virtuelle	0	Non utilisé*
1.8 Conditionnement	0	Non utilisé*

* Ce principe n'a pas été envisagé lors de la conception

L'absence de temps réel réduit l'efficacité des certains principes. Cela ne permet pas notamment un guidage dynamique en fonction de données contextuelles. L'auto-surveillance est aussi affaiblie du fait que le lien entre les actions et leurs effets peut difficilement être établi. Les points de bonus et malus n'ont pas le statut de renforcement positif/négatif étant donné qu'ils peuvent difficilement être associés à un comportement spécifique compte tenu du délai entre l'action et le feedback.

La présentation de données agrégées réduit la personnalisation et ne permet pas à l'individu d'avoir un contrôle précis de ses consommations.

4.2.4 Pistes pour la réplication⁶

Réduction de la complexité. La réduction de la complexité peut passer par un ensemble d'aménagements :

- Elle passe en premier lieu par la suppression des barrières d'accès aux résultats. En l'occurrence la saisie d'un login pour ouvrir le site Ecoffices a été perçue comme une lourdeur inutile.
- Une approche de réduction de complexité laissant un rôle à l'individu devrait s'appuyer sur une réduction de la complexité de l'interface utilisateur et un important guidage concernant les actions à mettre en œuvre.
- Par ailleurs, des données ethnographiques et des analyses de sociologie de la consommation suggèrent que les économies d'énergie pourraient davantage passer par des solutions technologiques que par des changements de comportement. En l'occurrence les combinaisons d'éco-gestes qui doivent être acquis pourraient être remplacées par des automatismes simples dans les situations non ambiguës (extinction de la climatisation en cas d'ouverture des fenêtres par exemple). Les capacités de surveillance et de régulation offertes par les nouveaux objets intelligents permettent de produire des rapports, des recommandations d'économies l'énergie, etc. En combinant plusieurs sources de données (présence, lumière, température, humidité), le système peut optimiser la consommation d'énergie pour le même rendu de confort.

Personnalisation. Dans les systèmes interactifs, la personnalisation s'appuie généralement sur l'élaboration de profils et de personas. Les travaux de "*persuasion profiling*" (Kaptein, 2012) ouvrent des perspectives intéressantes. Ils montrent que les individus ont des réactions différentes et stables aux principes de persuasion : certains sont insensibles à l'autorité, d'autres réagissent à la pénurie, ... Une expérimentation a montré que les personnes adoptent plus fréquemment les incitations lorsque celles-ci sont basées sur des principes auxquels ils sont sensibles.

Auto surveillance. La déconstruction du challenge fait apparaître à quel point une qualité insuffisante de l'interface utilisateur peut dégrader le potentiel ludo-persuasif d'un dispositif en rendant difficile notamment la compétition ou la comparaison sociale. Donner une information concernant les performances de consommation n'est pas très efficace si le récipiendaire n'est pas en mesure de les mettre en relation avec les comportements qu'il met en jeu. Cette remarque n'est pas aussi triviale qu'il peut sembler. Comme le signalent Lockton Bowden Green Brass et Gheerawo (2013), l'information de consommation peut poser des problèmes de compréhension des unités affichés : dans une enquête *OnePoll* en 2010, dans le grand public une personne sur cinq ne savait pas ce que signifiait le signe "kWh" qui, pour certains, était une marque de voiture japonaise, un type de poids lourd ou même un "*boys band*". L'auto-surveillance pourrait être améliorée par une historisation des actions permettant de reconstruire a posteriori les relations entre les actions et leurs effets sur la consommation.

Simulation et répétition virtuelle : compensation de l'absence de temps réel. Dans les jeux, la répétition virtuelle (principe 1.7) est une contrainte tant que le joueur n'a pas acquis la maîtrise suffisante (vitesse d'exécution ou autre) pour franchir les barrières qu'il rencontre. Lorsque le temps réel n'est pas disponible, la mise en œuvre des principes de simulation et de répétition virtuelle devrait faciliter la compréhension de l'effet des actions. Le principe de conditionnement pourrait alors être assuré par la simulation et la répétition.

4.3 Potentiel de support du dialogue persuasif

⁶ La stratégie persuasive mise en œuvre dans Ecoffices vise à faciliter l'adoption des éco-gestes. Une autre stratégie pourrait consister à proposer des objectifs plus précis, progressifs et facilement contrôlables. Il s'agirait par exemple de remplacer un objectif global (au moins 10% d'économie d'énergie) par des objectifs concrets, évoluant dans le temps : "cette semaine : 5 malus maximum", puis 7, 9 ...etc.

La grille PLP identifie 17 principes pouvant être utilisés pour orienter le comportement des participants vers les économies d'énergie en s'appuyant sur les interactions qui se produisent aux différents points de contact (*touchpoints*) d'un dispositif ludo-persuasif.

4.3.1 Scores

Les scores de couverture et d'appréciation concernant le support au dialogue persuasif sont les suivants. Les scores sont calculés sur l'intervalle [0,1].

Tableau 4: Scores arithmétiques du dispositif Ecoffices pour le support au dialogue

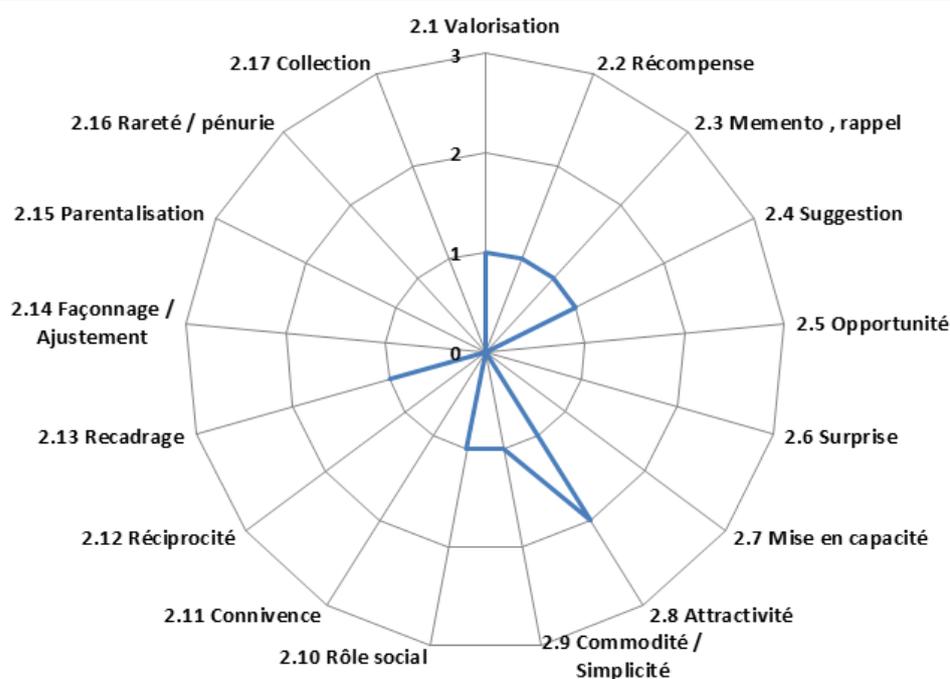
Indice	Valeur	Commentaire
Couverture support (8/17)	du .470	8 des 17 principes de support au dialogue persuasif sont mis en œuvre dans le dispositif
Appréciation support (9/51)	du .176	La qualité de l'implémentation des principes représente moins de 20% du potentiel de persuasion

Le cahier des charges de l'interface utilisateur a été élaboré à partir de réunions de travail avec les participants. Après un premier maquettage, les spécifications initiales ont été modifiées en cours de projet lorsque le dossier a été pris en charge par un nouveau prestataire. Le recours à un autre environnement de développement a déterminé des modifications de l'IHM et des difficultés de compréhension et de navigation pour les participants, ce qui peut expliquer le faible score d'appréciation du support.

4.3.2 Représentation graphique

Le diagramme polaire ci-dessous identifie les principes mis en œuvre et les notes qui leur ont été attribuées.

Figure 11 : Principes mis en œuvre et notations du support au dialogue persuasif



4.3.3 Notation des principes

Tableau 5: Scores arithmétiques du dispositif Ecoffices pour le support au dialogue persuasif

Principe	Note	Remarque
2.1 Valorisation	1	Messages de félicitation et d'encouragement présents mais sans variété ni dynamique
2.2 Récompense	1	Limitée au prix attribué au vainqueur
2.3 Memento, rappel	1	Relances par email en fonction du plan de communication
2.4 Suggestion	1	Fourni dans l'environnement documentaire et lors des débriefings
2.5 Opportunité	0	Le principe ne peut pas être mis en œuvre étant donné l'absence de temps réel
2.6 Surprise	0	Non utilisé*
2.7 Mise en capacité	0	Difficultés d'interprétation des performances de consommation
2.8 Attractivité	2	Valorisation du challenge en interne et à l'extérieur. Effort graphique sur l'interface utilisateur
2.9 Commodité/Simplicité	1	Ergonomie réduite, difficultés de compréhension et de navigation, faible taux de consultation de l'interface utilisateur
2.10 Rôle social	1	"Coaching" minimal via les encouragements affichés sur l'interface utilisateur. Absence de matérialisation par un avatar ou un agent identifiable
2.11 Connivence	0	Non utilisé*
2.12 Réciprocité	0	Non utilisé*
2.13 Recadrage	1	Corrections d'interprétation erronées concernant le déroulement du challenge et les modalités de calcul du classement lors des débriefings
2.14 Façonnage/Ajustement	0	Non utilisé*
2.15 Parentalisation	0	Non utilisé*
2.16 Rareté/Pénurie	0	Non utilisé*
2.17 Collection	0	Non utilisé*

* Ce principe n'a pas été envisagé lors de la conception.

Le potentiel de persuasion du dialogue est affaibli par l'absence de temps réel qui empêche le traitement dynamique des interactions : il n'est pas possible de prendre en compte les événements qui se produisent (par exemple détection de malus) pour mettre en œuvre des affichages opportuns (principe 2.5) présentant un rappel (principe 2.3) ou une suggestion (principe 2.4) ou une adaptation du dialogue (principe 2.14) tels que par exemple des messages adaptés au contexte (principe 2.1 : reconnaissance explicite des efforts effectués, encouragement basé sur la prise en compte des actions réalisées). L'horodatage peut aussi faciliter l'exécution d'éco-gestes à bon escient et éviter les oublis.

Les écarts entre les équipes sont restés stables tout au long du challenge. Compte tenu de la durée de la compétition, l'absence de surprise et le fait que la seule récompense est le prix remis à l'équipe vainqueur uniquement à l'issue de la compétition ont pu contribuer à réduire l'intérêt pour le challenge et l'engagement des participants.

4.3.4 Pistes pour la réplication

Dynamique de la compétition : récompenses intermédiaires et symboliques. Un des aspects les plus importants concerne le maintien de l'engagement des participants dans la durée. De ce point de vue, le domaine des jeux fournit des pistes intéressantes susceptibles de maintenir la dynamique de la compétition. Par exemple :

- un découpage du processus en paliers, avec des objectifs intermédiaires permettant de renforcer le sentiment d'accomplissement (principe 3.10) et de mesurer la progression vers l'objectif.
- des récompenses symboliques associées à la réalisation de chaque sous-objectif du type de celles qui sont mises en œuvre dans les jeux, via la "pointification" (acquisition de points) et l'utilisation de badges. Ceci permet d'enrichir le calcul du classement en complétant les performances d'économies par des données concernant la participation. Ce système de récompenses est censé agir sur la motivation des utilisateurs : il s'agit d'"incitations motivationnelles" (*motivational affordances*) qui constituent une reconnaissance des contributions apportées par l'utilisateur, et qui, en lui permettant de se positionner par rapport aux autres joueurs, entretiennent la compétition. Ce type d'incitateur est efficace à court terme : les récompenses externes vont en effet à l'encontre du développement de la motivation intrinsèque de l'individu. Or, le moteur des actions est davantage basé sur l'intérêt et le plaisir que l'on peut avoir à les mettre en œuvre que sur les récompenses fournies par les autres. Dans le cadre d'une réplication du challenge, la mise à disposition de récompenses symboliques doit être alors complétée par la recherche d'une expérience utilisateur lui permettant de rester dans le "flow".

Dynamique du dialogue : opportunité. L'opportunité dans le cadre d'un dialogue interactif caractérise l'occurrence d'un événement adapté, synchrone avec les besoins de l'utilisateur, ce qui suppose d'éviter les intrusions. Un événement déterminé se produisant au cours d'un dialogue interactif peut être inopportun soit parce qu'il ne se produit pas au bon moment, soit parce qu'on attendait autre chose (il n'est pas adapté au contexte, i.e. à la localisation, à la tâche en cours, au but poursuivi, ...). En l'occurrence, dans un challenge, l'opportunité peut se traduire par l'affichage d'alertes de type "filet de sauvegarde" lorsque les actions attendues dans un contexte donné ne sont pas mises en œuvre ou bien par des informations sur l'imminence du rattrapage par une équipe adverse.

Dynamique du dialogue : surprise. L'utilisation de la surprise dans le cadre d'un challenge pourrait être un levier permettant de relancer l'intérêt des challengers et la tension de la compétition lorsqu'elle se relâche. Cela peut par exemple prendre la forme d'une opportunité d'acquérir des bonus sur un empan temporel réduit (type "vente flash") ou bien sous conditions de réalisation d'actions particulières (utilisation des transports en commun pour venir au travail, covoiturage, ...). Mais cela reste délicat à mettre en œuvre dans un

cadre professionnel du fait des interférences avec les contraintes et les exigences des tâches opérationnelles.

Mise en capacité. La mise en capacité devrait permettre à l'utilisateur d'utiliser des ressources additionnelles lui facilitant l'adoption du comportement cible. Il peut s'agir de fonctionnalités permettant par exemple de paramétrer :

- des objectifs personnels intermédiaires.
- une liste de "choses à faire" avec des alertes associées, par exemple des alarmes préventives indiquant une tendance d'évolution de la consommation vers un seuil critique ...

Expérience utilisateur: Attractivité et commodité/simplicité. Le recours aux outils disponibles dans la boîte à outils d'ergonomie des IHM est une piste pour améliorer l'expérience utilisateur. Par exemple, les questionnaires standardisés ayant fait l'objet d'une validation statistique tels que Attrackdiff (Hassenzhal et al., 2003) sont de bons candidats.

A noter que, dans Ecoffices, la compétition entre deux supports de présentation du classement (interface publique et espace web pour les challengers) a pu réduire la fréquence de consultation du site web qui est l'indicateur utilisé pour évaluer l'attractivité). Le fait que les pages présentant le classement soient strictement identiques sur les deux supports permet une stratégie économique et évite la complexité d'accès par le mot de passe. Dans le cadre d'une réplique de l'étude pour éviter cette concurrence entre affichages, il serait nécessaire de clairement les différencier, l'interface privée devant présenter une plus-value incitant les challengers à la privilégier.

4.4 Potentiel de support de la crédibilité

Cette classe regroupe les 11 principes ludo-persuasifs de la grille PLP qui contribuent à l'adoption des comportements du fait de la véracité des informations disponibles (Nemery, 2012) et du bien-fondé de ce choix.

4.4.1 Scores

Les scores de couverture et d'appréciation concernant le support à la crédibilité du dispositif sont les suivants. Les scores sont calculés sur l'intervalle [0,1].

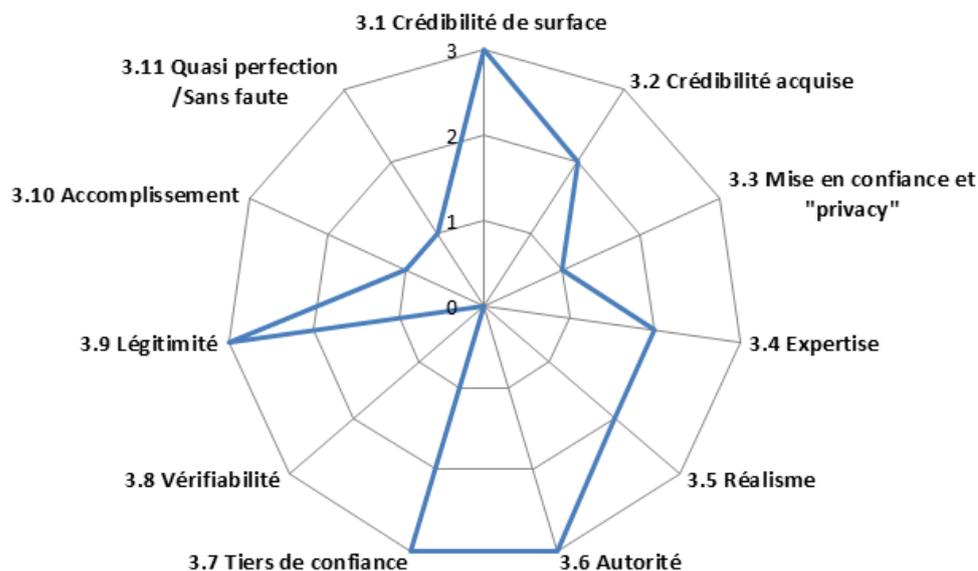
Tableau 6: Scores arithmétiques du dispositif Ecoffices pour le support à la crédibilité

Indice	Valeur	Commentaire
Couverture du support (9/11)	.818	9 des 11 principes de support à la crédibilité sont mis en œuvre dans le dispositif
Appréciation du support (22/33)	.636	La qualité de l'implémentation des principes représente les 2/3 du potentiel de persuasion

4.4.2 Représentation graphique

Le diagramme polaire ci-dessous identifie les principes mis en œuvre et les notes qui leur ont été attribuées.

Figure 12: Principes mis en œuvre et notations du support à la crédibilité



Remarque. Plusieurs  v nements ont contribué à réduire le niveau de crédibilité et la confiance accordée au dispositif :

- le fait que certains capteurs soient des prototypes a déterminé des dysfonctionnements, des difficultés de réglages et l'affichage de données aberrantes (ce qui réduit le score concernant la Quasi perfection/ Sans faute – principe 3.11).
- les consommations énergétiques des équipes varient du fait des missions que ces dernières assurent. Les algorithmes utilisés et les formules ont été discutés par les participants pour s'assurer de l'équité des modalités de calcul et des pondérations ce qui peut dégrader les principes 3.5 (Réalisme) et 3.3 (Mise en confiance)
- la stabilité des résultats malgré les efforts de réduction des consommations a repos  des questions concernant les modalités de calcul du classement (mise en question des principes 3.3 Mise en confiance, 3.5 Réalisme et intérêt accru pour la Vérifiabilité, principe 3.8)
- la difficulté à relier les performances obtenues avec les comportements mis en œuvre a incité des participants à s'interroger sur l'objet des mesures et la validité des résultats (Crédibilité acquise, principe 3.2.).

4.4.3 Notation des principes

Tableau 7 : Scores arithmétiques du dispositif Ecoffices pour le support à la crédibilité

Principe	Note	Commentaire
3.1 Crédibilité de surface	3	Contexte de déroulement de l'étude, partenaires scientifiques, financeurs, ressources techniques ...
3.2 Crédibilité acquise	2	Dysfonctionnements des capteurs, données aberrantes, absence de certaines données
3.3 Mise en confiance et intimité	1	Vérification des mesures (températures) par des participants via des outils personnels

3.4 Expertise	2	Technologies de recueil et de traitement des données, notoriété des partenaires et des agents de l'entreprise impliqués dans le pilotage
3.5 Réalisme	2	Expérimentation en situation naturelle, mais difficulté d'interprétation des performances de consommation affichées
3.6 Autorité	3	Soutien public de la direction de l'entreprise, partenaires prestigieux
3.7 Tiers de confiance	3	Suivi du projet par le Conseil Régional, intérêt des acteurs de l'énergie pour le projet
3.8 Vérifiabilité	0	Incompréhension de l'origine des points de malus, questionnement sur les liens avec les comportements
3.9 Légitimité	3	La réduction des consommations énergétiques est une des missions du CSTB
3.10 Accomplissement	1	Incertitude des participants sur les montants d'économies réalisées et scepticisme sur la pérennité des éco-gestes
3.11 Quasi perfection /Sans faute	1	Dysfonctionnements techniques, ambiguïtés, incertitudes

La crédibilité du dispositif Ecoffices est assurée de fait par son "habillage" : localisation, partenariat, financement et par la campagne de communication/valorisation qui lui a été associée. Les dysfonctionnements ont contribué à dégrader la confiance qui lui a été initialement accordée.

4.4.4 Pistes pour la réplication

Vérifiabilité. La vérifiabilité des sources d'information apparaît secondaire lorsque la sensibilisation s'appuie sur des performances comportementales. La question essentielle est plutôt celle de la validation par l'utilisateur de la qualité des données rendant compte de ses actions. De ce point de vue, le principe de simulation permettant d'associer les données aux comportements pourrait augmenter la vérifiabilité et donc la crédibilité du dispositif.

Mise en confiance. La construction de la confiance vis-à-vis d'un dispositif est un processus très sensible aux défaillances. L'absence de dysfonctionnement technique est un idéal qui, lorsqu'il n'est pas atteint, nécessite de mettre en œuvre des actions de compensation pour restaurer la confiance. Ces actions sont à définir en fonction des contingences mais peuvent par exemple aller d'une information concernant le diagnostic et les solutions jusqu'à la mise en capacité de contrôle de qualité par l'utilisateur en lui fournissant des jeux de données pour effectuer les vérifications de bon fonctionnement.

4.5 Potentiel de support de la socialité

Cette classe regroupe les 9 principes ludo-persuasifs concernant les influences que les relations sociales et la dynamique de groupe peuvent avoir sur l'adoption des comportements. Ces aspects ont été très largement étudiés dans les SHS, notamment en psychologie sociale.

4.5.1 Score

Les scores de couverture et d'appréciation concernant le support à la dimension sociale de la persuasion sont les suivants. Les scores sont calculés sur l'intervalle [0,1].

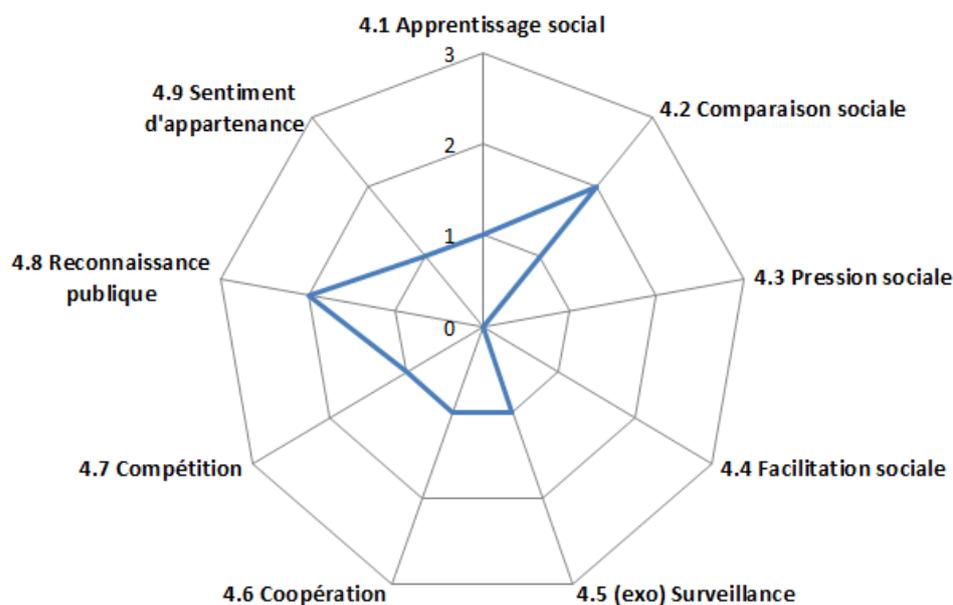
Tableau 8 : Scores arithmétiques du dispositif Ecoffices pour le support à la socialité

Indice	Valeur	Commentaire
Couverture du support (6/9)	.666	6 des 9 principes de support à la socialité sont mis en œuvre dans le dispositif
Appréciation du support (8/27)	.296	La qualité de l'implémentation des principes représente près de 30% du potentiel de persuasion

4.5.2 Représentation graphique

Le diagramme polaire ci-dessous identifie les principes mis en œuvre et les notes qui leur ont été attribuées.

Figure 13: Principes mis en œuvre et notations du support à la socialité



La dynamique sociale était censée constituer un des moteurs de dynamique du challenge en complément du feedback et de la compétition. Les principes utilisés couvrent 2/3 du potentiel, mais leur efficacité potentielle est jugée limitée, compte tenu des retours d'expérience et des données disponibles.

4.5.3 Notation des principes

Il est à noter que la mise en œuvre des éco-gestes ne s'est pas révélée aussi naturelle qu'on aurait pu l'espérer étant donné que certains d'entre eux ont parfois interféré avec les pratiques en vigueur. Cela a notamment été le cas pour la fermeture des portes de bureau qui entre en conflit avec les pratiques sociales et a été perçu par certains participants

comme un facteur d'isolement. De la même façon, l'extinction des appareils est perçue comme une coupure de la communication (numérique) et l'introduction de contraintes dans le travail.

Tableau 9 : Scores arithmétiques du dispositif Ecoffices pour le support à la socialité

Principe	Note	Remarque
4.1 Apprentissage social	1	Carnet de bord (non utilisé), partage d'expérience lors des débriefings
4.2 Comparaison sociale	2	Page d'accueil = tableau de bord de comparaison des performances entre équipes Page d'interface dédiée à la comparaison intra équipe
4.3 Pression sociale	0	Pas de données
4.4 Facilitation sociale	0	Pas de données
4.5 Surveillance	1	Données agrégées, enregistrement continu avec effet d'extinction probable
4.6 Coopération	1	Pas de support au niveau interface utilisateur, échanges possibles uniquement lors des débriefings
4.7 Compétition	1	Stabilité du classement, faible variation des écarts, absence de visibilité des efforts
4.8 Reconnaissance publique	2	Affichage permanent du classement sur l'interface publique en hall d'accueil. Remise des prix
4.9 Sentiment d'appartenance	1	Via les avatars et les identifiants affectés aux équipes.

Apprentissage social. Le carnet de bord installé dans Ecoffices pour faciliter les échanges de bonnes pratiques et les retours d'expérience s'est révélé de peu d'utilité.

Comparaison sociale. Les données affichées pour comparer les performances des équipes sont distribuées dans les pages de l'interface utilisateur. Elles sont fournies sous une forme qui ne permet pas de juger facilement des écarts et des tendances. Les valeurs affichées sont des valeurs numériques globales exprimées en pourcentages qui nécessitent un traitement important pour être interprétés correctement.

4.5.4 Pistes pour la réplication

Apprentissage social. Le carnet de bord disponible dans Ecoffices n'a pratiquement pas été utilisé. Si l'on souhaite faciliter la mise en œuvre des comportements cible par la démonstration des procédures, la connaissance des pratiques des autres, l'identification des progrès que font ceux qui partagent le même objectif, ce type de support facilitant le recueil et la consultation d'information n'est pas suffisant. Le recours à des dispositifs papier pose, de plus, des problèmes classiques d'utilisation de documents manuscrits partagés : difficultés d'accès, oublis de remplissage, ambiguïtés, incomplétude, difficulté de lecture des documents rédigés à la main. Les dispositifs de communication en ligne pourraient être de

bons supports à l'apprentissage social, cependant la mise en œuvre de forums dans un contexte de compétition ne va pas de soi.

Comparaison sociale. La ludification s'appuie sur la présentation de tableaux de résultats "de proximité" dans lesquels le classement d'un individu donné est toujours effectué par rapport à ses challengers immédiats. De cette façon, la pression des suivants est renforcée (les autres ne sont pas loin derrière) et les objectifs de progression sont toujours à portée (les autres ne sont pas loin devant). Cette vision locale contribue à entretenir la dynamique.

Dans un objectif de sensibilisation, une comparaison basée sur les scores de performances semble insuffisante : savoir qu'un challenger est meilleur que soi ne permet pas de savoir ce qu'il a fait pour ça. L'identification des comportements qui font la différence faciliterait l'apprentissage social.

Compétition

- Les attentes relatives au maintien de l'engagement des participants du fait des changements réguliers de positions, des réductions d'écart, n'ont pas été satisfaites et la stabilité des résultats a déterminé l'asphyxie de la compétition. Les seules mesures de performances d'économies, de gaspillage peuvent se révéler insuffisantes pour assurer la compétition et d'autres indicateurs ou des modalités de calcul permettant de discriminer facilement les challengers doivent être identifiés.
- Une première piste serait de tester la dynamique sur des jeux de données afin de s'assurer que les règles de calcul rendent visible l'évolution des écarts.
- La prise en compte des données traduisant l'implication des participants et notamment leurs efforts de réduction de consommation pour pondérer les performances de consommation (par exemple, fréquence de consultation de l'interface, gratifications liées à des durées sans malus, aux progrès effectués) est une autre piste à explorer.
- La définition des paliers de progression, par exemple par des objectifs intermédiaires permettant de maintenir l'intérêt pour la compétition pendant la durée du challenge.
- L'utilisation de principes de récompenses symboliques via les badges et la "pointification" (non seulement en cas d'amélioration de la performance mais aussi pour inciter au partage de bonnes pratiques, i.e. la comparaison sociale).

5 DISCUSSION

L'analyse effectuée en fin de projet avait montré que le challenge Ecoffices n'avait pas été aussi efficace qu'il aurait pu l'être du fait d'un ensemble de contraintes et d'aléas :

- Recours à des prototypes pour certains capteurs, nécessitant des réglages techniques, le nettoyage des données, la détection et la résolution des dysfonctionnements.
- Traitement différé des données d'utilisation des équipements.
- Agrégation des données.
- Changement de prestataire en cours de projet et modifications des spécifications d'IHM.
- Dériver temporelles mettant en évidence l'importance d'une excellente gestion de la communication relative à l'avancement du projet.

Les scores relativement peu élevés du challenge Ecoffices sur certaines des dimensions analysées ci-dessus peuvent conduire à penser que les marges de progression sont importantes et qu'il serait relativement facile de concevoir un nouveau challenge plus efficace. Le bilan établi dans les sections ci-dessous examine les leçons que l'on peut tirer de la démarche et en identifie les limites.

5.1 Leçons tirées de la déconstruction

Le bilan établi à l'issue du projet Ecoffices reposait sur des analyses concernant aussi bien la conduite du challenge que les contraintes et les aléas rencontrés. Il en était ressorti que, globalement, la mise en œuvre d'un challenge énergétique dans un contexte

professionnel est techniquement compliquée et socialement délicate. Elle pose de nombreuses questions concernant la réalisation de compétition dans une entreprise : les données de performances ont un caractère sensible et les questions de confidentialité sont nombreuses (mauvaise perception des objectifs : "flicage"), il peut y avoir des interférences avec la réalisation des tâches, ...

L'analyse qui a été présentée ici a permis d'identifier des pistes intéressantes pour une éventuelle réplique d'un challenge en entreprise : les hypothèses initiales considérant que la présentation d'un palmarès, d'un feedback de consommation et la mise en œuvre "naturelle" d'une dynamique sociale sont suffisants au bon déroulement du challenge doivent être revisités. La déconstruction présentée ci-dessus a montré que ce n'était pas le cas et que le dispositif devrait être complété et très précisément étudié pour assurer une émulation entre les challengers.

5.1.1 *Enrichissement du bilan initial*

Le "diagnostic" *post-mortem* qui vient d'être présenté constitue un bilan beaucoup plus détaillé que celui qui avait été établi à l'issue du projet Ecoffices. En l'occurrence :

- les résultats mitigés étaient pour l'essentiel rapportés à la présentation différée des résultats et à la faible consultation de l'interface utilisateur.
- les pistes d'amélioration envisagées portaient uniquement sur la qualité de l'information fournie (feedback de consommation) et sur le rôle de l'interface utilisateur dans la dynamique du challenge⁷.

A l'issue de la présente analyse, les nombreuses options d'aménagement présentées ci-dessus peuvent être envisagées pour une réplique et deviennent décidables.

5.1.2 *Anticipation des "pannes" du moteur de la compétition*

L'analyse montre que, lors d'un challenge énergétique, une compétition basée sur les seules performances d'économies réalisées peut être insuffisante pour maintenir l'intérêt des participants et la stabilité des résultats a déterminé l'asphyxie de la compétition. Les pistes envisageables concernent ici :

- la validation des règles de calcul des performances par des jeux de données permettant de tester la dynamique d'évolution des écarts et leur visibilité sur l'IHM en fonction des actions effectuées sur les équipements. Toutes les actions devant se traduire en temps réel par des modifications au niveau de l'interface.
- La nécessité d'enrichir les mesures d'économies/gaspillage par des indicateurs complémentaires permettant d'apprécier les contributions et les efforts et de mieux discriminer les challengers dès lors que les performances se révèlent insuffisantes pour garantir une compétition. En l'occurrence, une dynamique satisfaisante passe probablement par des gratifications basées sur des données traduisant l'implication des participants à travers, par exemple, la fréquence de consultation des pages personnelles de résultats, la durée des périodes sans malus

5.1.3 *Renforcement de la ludification*

Une meilleure dynamique passe aussi par le renforcement de l'aspect ludique en appliquant les principes de progression qui ont fait leur preuve dans les jeux :

- paliers de progression avec des objectifs intermédiaires permettent de maintenir l'intérêt pour la compétition pendant la durée du challenge.
- utilisation de récompenses symboliques via les badges et la "pointification" qui constituent des solutions attractives dont la mise en œuvre doit aussi être testée.

⁷ Cf. <http://hal.archives-ouvertes.fr/docs/00/76/96/24/PDF/rapportfinal42.pdf> .

5.1.4 Renforcement du support à la dynamique sociale

De toute évidence, la dynamique sociale ne se fait pas toute seule : elle doit être amorcée et soutenue de façon proactive par un animateur et doit s'appuyer sur une plateforme collaborative.

Nécessité d'un dispositif de suivi et d'indicateurs d'interactions sociales. Dans le challenge Ecoffices, l'instrumentation des bureaux permet de recueillir un ensemble de traces concernant les interactions avec les équipements. Par contre, les données relatives aux interactions sociales sont moins détaillées et mis à part les recueils effectués via les cahiers de doléances et les échanges lors des débriefings, il y a peu d'information permettant de caractériser la dynamique sociale pendant la durée de la compétition. La notation effectuée lors de l'analyse repose alors sur des hypothèses et des spéculations.

Au final il paraît difficile de faire l'économie d'un suivi régulier du challenge : la mise en œuvre d'une plateforme collaborative permettant le partage d'expérience et la diffusion de bonnes pratiques. Un des rôles de référents devrait alors être d'animer cette plateforme et d'organiser l'échange d'information et l'émulation entre les participants. L'attribution d'un rôle de "*community manager*" à un organisateur serait probablement un facteur d'amélioration de l'efficacité d'un challenge en entreprise.

5.2 Portée de la démarche d'analyse

5.2.1 Questions ouvertes

L'utilisation d'une liste de principes ludo-persuasifs pour identifier précisément les composants ludo-persuasifs utilisés et estimer la qualité de leur implémentation constitue une méthode d'inspection heuristique. Elle permet un premier niveau d'analyse des propriétés des dispositifs complexes que sont les challenges énergétiques. L'application de la grille d'analyse a été facilitée du fait d'une connaissance détaillée du challenge Ecoffices. La démarche pose un ensemble de questions concernant :

- La faisabilité pour un dispositif autre qu'un challenge.
- La faisabilité et l'utilité de la démarche dans un contexte de conception. La démarche systématique présentée ci-dessus se révèle utile dans un contexte d'analyse *a posteriori* car elle conduit à éclaircir les options de conception qui ont été prises. Dans quelle mesure peut-elle contribuer à aborder de façon structurée et en connaissances de cause les arbitrages qui doivent être posés en cours de conception ?

5.2.2 Biais d'interprétation

On a déjà signalé ci-dessus que l'utilisation d'indicateurs quantitatifs peut induire des interprétations abusives quant à la signification des scores. Un score élevé ne préjuge pas de l'efficacité réelle d'un dispositif persuasif, celle-ci dépendant plutôt de l'expérience de l'utilisateur tout au long des interactions. La démarche de conception présentée dans Senach et Negri (2015) montre assez que l'efficacité d'un SLP dépend de la prise en compte des caractéristiques des populations (sensibilités individuelles aux différents principes, distance à la cible...) et de la compréhension en profondeur de la logique de la persuasion.

Les scores doivent être appréhendés comme des résumés synthétiques des options prises lors de la conception qui permettent de donner un aperçu structuré des composantes d'un dispositif ludo-persuasif. Les limites de la démarche sont claires :

- si l'identification des principes mis en œuvre est assez directe et généralement non ambiguë, le jugement concernant la qualité de leur implémentation reste subjectif.
- beaucoup reste à faire avant que l'on puisse considérer les scores comme des indicateurs de qualité ludo-persuasive dont on pourrait dériver des recommandations d'amélioration adaptées et en priorité, il s'agirait de valider la grille de principes qui est proposée.

- La qualification du dispositif est statique, elle ne permet pas d'appréhender les variations du poids et du rôle que peut avoir chacun des principes aux différentes étapes d'un processus de persuasion.

6 CONCLUSION

Les travaux visant à favoriser le développement durable sont conduits dans des directions très variées, notamment :

- les nombreuses études mettant l'accent sur le rôle déterminant de l'éco-feedback pour la régulation efficace des consommations énergétiques sont conduites en recherchant aussi bien des technologies innovantes (nouveaux modes de présentation – (Gustafsson et Gyllenswärd, 2005), compteurs intelligents – (Ehrhardt-Martinez et al., 2010) qu'en voulant préciser la nature de l'information devant être fournie (Froehlich et al., 2010), (Bastien, 2012).
- l'accent mis sur l'engagement individuel comme déterminant du changement de comportement a donné lieu à l'application des travaux théoriques concernant la communication engageante dans des contextes très variés : citoyenneté (Deschamp Joule et Gumy, 2005), tri et recyclage des déchets (Blanchard et Joule, 2006), sensibilisation à l'écologie (Joule Bernard et Hamili-Falkowicz, 2008).

Ces approches sont très discutées :

- les aménagements technologiques sont questionnés par les phénomènes de rebonds (Midden Kaiser et Mccalley, 2007). Par exemple, (Maresca, 2014) signale que les occupants des logements récents (BBC : Bâtiments Basse Consommation et HQE : Haute Qualité Environnementale), plus performants énergétiquement, sont moins attentifs aux économies d'énergie (la pièce de séjour est chauffée en moyenne à 21 degrés dans les logements neufs, soit 2° de plus que la température recommandée par l'ADEME).
- une enquête du Credoc^v suggère que les modèles de décision sous-jacents aux mesures d'incitation prises par les pouvoirs publics sont souvent trop simplistes et que les dispositifs élaborés méconnaissent les véritables déterminants des arbitrages des ménages : ces arbitrages ne relèvent pas de simples décisions de choix mais sont surdéterminés par des facteurs tels que le coût des équipements à faible consommation, le niveau d'équipement du ménage, le type d'habitat ... Les mesures censées faciliter les choix ne tenant pas compte de ces déterminants, elles ne sont finalement adaptées qu'à une sous-population particulière. Une des conclusions de l'enquête est que dans ces conditions, les gisements d'économie sont alors davantage à rechercher dans les équipements que dans les ménages.
- de plus, les éco-gestes sont considérés par certains comme une stratégie d'évitement des questions fondamentales. Pour Versailles (2009), il s'agit de changements homéostatiques de "type 1" qui contribuent à maintenir le système en équilibre en évitant sa mise en question radicale (changement de "type 2", selon la théorie du changement de Bateson (1977)).

Dans quelle mesure les systèmes ludo-persuasifs pourront-ils contribuer à l'adoption d'éco-gestes ? La question reste encore très ouverte du fait de la complexité de conception de ces systèmes, complexité bien illustrée dans ce papier. L'approche contextualisée envisagée dans Senach et Negri (2015) cherche à conduire le changement comportemental en s'appuyant sur un modèle de processus en prenant en compte aussi bien les caractéristiques des tâches que les profils des populations cibles. Dans le cadre de l'analyse du système Ecoffices présentée ici, la prise en compte d'éléments de contexte reste superficielle : elle se limite par exemple à considérer le statut des tiers de confiance ou des partenaires du projet pour identifier la mise en œuvre des principes d'autorité ou d'expertise dans le support à la crédibilité. La contextualisation pourrait cependant être approfondie en

utilisant les connaissances relatives aux participants du challenge ou la logique de l'expérimentation. En l'occurrence :

- la population est hétérogène, mixant notamment personnel administratif et personnel technique, une qualification du dispositif prenant en compte ces différences de compétences avec les exigences spécifiques qui leur sont associées, produirait probablement des analyses de "potentiel persuasif" bien différenciées.
- les questionnaires d'attitudes vis-à-vis des questions écologiques renseignés avant l'expérimentation pourraient être utilisés pour analyser plus finement l'adéquation des principes pour chacun des profils.
- le projet Ecoffices a été conduit en plusieurs étapes caractérisées par des conditions expérimentales spécifiques : avec/sans interface utilisateur, avant/pendant/après le challenge. Une analyse détaillée des principes mis en œuvre à chacune de ces phases mériterait d'être effectuée afin d'appréhender plus finement leur efficacité.

Ce niveau d'analyse a été amorcé. L'état d'avancement laisse supposer que cette approche rendra possible l'élaboration de stratégies de persuasion mieux adaptées aux variables contextuelles.

7 REFERENCES

- ▶ Bandura, A. (1969). Principles of behavior modification. New York: Holt, Rinehart & Winston
- ▶ Bang, M., Gustafsson, A., AND Katzeff, C. (2007) Promoting New Patterns in Household Energy Consumption with Pervasive Learning Games. Proceeding PERSUASIVE'07, 2nd International Conference on Persuasive Technology, 55-63 Springer-Verlag Berlin, Heidelberg
- ▶ Bang, M., Tortensson, C., AND Katzeff, C. (2006) The PowerHouse: A persuasive computer game designed to raise awareness of domestic energy consumption. Proceeding PERSUASIVE'06 Proceedings of the 1st International Conference on Persuasive Technology, 123-132 Springer-Verlag Berlin, Heidelberg
- ▶ Bartle, R.A. (2005) Virtual Worlds: Why People Play, In Massively Multiplayer Game Development 2, Thor Alexander (ed.), Charles River Media, Hingham MA Disponible en ligne le 22/06/15: mud.co.uk/richard/VWWPP.pdf
- ▶ Bastien, C. (2012) Réchauffement climatique : les contributions possibles de la psychologie ergonomique et de l'interaction humain-machine à la réduction de la consommation d'énergie, Le travail humain, 3, vol. 75, P.U.F, 329 -348
- ▶ Bastien, J.M.C., AND Scapin, D.L. (1993). Critères ergonomiques pour l'évaluation d'interfaces utilisateurs. Rapport technique INRIA n° 156, Juin 1993, INRIA : Le Chesnay
- ▶ Bateson, G. (1977). Vers une écologie de l'esprit, Seuil, Paris
- ▶ Blanchard, G., AND Joule, R.-V. (2006). La communication au service du tri des déchets sur les aires d'autoroutes : une expérience-pilote dans le sud de la France, 2ème Colloque international pluridisciplinaire Eco-citoyenneté : Quels apports des sciences humaines et sociales dans le développement de l'éco-citoyenneté et quelles applications dans les domaines touchant à l'environnement. Marseille
- ▶ Chou, Y.-K. (2015). Actionable Gamification: Beyond Points, Badges, and Leaderboards, Kindle Edition, Octalysis Media (Eds.)
- ▶ Deschamps, J.C., Joule, R.-V., AND Gury, C. (2005). La communication engageante au service de la réduction de l'abstentionnisme électoral: Une application en milieu universitaire. European Review of Applied Psychology/Revue Européenne de Psychologie Appliquée, 55(1), 21-27.
- ▶ Deterding S., Dixon, D.N., Khaled, R., AND Nack, L. (2011) From Game Design Elements to Gamefulness: Defining "Gamification" MindTrek'11, September 28-30, 2011, Tampere, Finland.

- ▶ Ehrhardt-Martinez, K., Donnelly, K.A., Laitner, J.A. (2010) Advanced Metering Initiatives and Residential Feedback Programs: A Meta-Review for Household Electricity-Saving Opportunities American Council for an Energy-Efficient Economy, Report, n° E105.
- ▶ Festinger, L. (1954). A theory of social comparison processes. *Human Relations*, 7, 117-140
Version française : Théorie des processus de comparaison sociale, in : Faucheux et Moscovici, (Ed.), *Psychologie sociale théorique et expérimentale*, Mouton, 77-104
- ▶ Fogg, B.J. (2009) A Behavior Model for Persuasive Design, *Persuasive'09*, April 26-29, Claremont, California, USA, ACM
- ▶ Froelich, J., Findlater, L., AND Landay, J. (2010) The Design of Eco-Feedback Technology, *CHI 2010*, April 10–15, 2010, Atlanta, Georgia, USA.
- ▶ GROUPE ECOINFO (2012) *Les impacts écologiques des Technologies de l'Information et la Communication*, EDP Sciences (ed.)
- ▶ Gustafsson, A., AND Gyllenswärd, M. (2005) The Power-Aware Cord: Energy Awareness through Ambient Information Display. In G. van der Veer (Ed.) *CHI'05 extended abstract on Human Factors in Computing Systems*, April 2-7, Portland Oregon, USA, 1423-1426.ACM
- ▶ Hamari, J., Koivisto, J., AND Sarsa, H. (2014) Does Gamification Work? – A Literature Review of Empirical Studies on Gamification *CHI 2014*
- ▶ Hassenzahl, M., Burmester, M., AND Koller, F. (2003). AttrakDiff: Ein Fragebogen zur Messung wahrgenommener hedonischer und pragmatischer Qualität [AttrakDiff: A questionnaire to measure perceived hedonic and pragmatic quality]. In J. Ziegler & G. Szwillus (Eds.), *Mensch&Computer 2003. Interaktion in Bewegung* (pp. 187–196). Stuttgart, Leipzig: B. G. Teubner.
- ▶ Joule, R.V., Bernard, F., AND Halimi-Falkowicz, S. (2008) Promoting ecocitizenship in favour of binding communication *International Scientific Journal for Alternative Energy and Ecology* No 6 (62) 2008.
- ▶ Joule, R.V., Girandola, F., AND Bernard, F. (2007) How Can People Be Induced to Willingly Change Their Behavior? The Path from Persuasive Communication to Binding Communication, *Social and Personality Psychology Compass*, s 1 (2007) 493-505.
- ▶ Kaptein, M.C. (2012) *Personalized Persuasion in Ambient Intelligence* PhD, User Centered Engineering Group, Eindhoven University of Technology, The Netherlands.
- ▶ Lockton, D., Bowden, F., Green, C. Brass, C., AND Gheerawo, R. (2013). People and energy: A design-led approach to understanding everyday energy use behaviour. *EPIC 2013 Proceedings*, Vol 2013, Issue1, 348-362, September.
- ▶ Maresca, B. (2014) *Sur le chemin de la sobriété énergétique -Engager les Français au-delà des éco-gestes*. Crédoc – Consommation et Mode de vie, 265,
- ▶ Midden, C.J.H., Kaiser, F.G., AND McCalley L.T. (2007) Technology's Four Roles in Understanding Individuals' Conservation of Natural Resources. *Journal of Social Issues*, Vol. 63, No. 1, 2007, pp. 155-174
- ▶ Negri, A.-L., Senach, B. (2015) Systèmes ludo-persuasifs pour la consommation durable - 2 - Elaboration d'une grille de principes. *Journal d'Interaction Personne-Système - Vol. 4, Num. 1, Art. 7, Juin 2015. AFIHM.*
- ▶ Nemery, A. (2012) *Elaboration, validation et application de la grille de critères de persuasion interactive.* , Thèse de 3ème cycle, Université Paul Verlaine, Metz.
- ▶ Oinas-Kukkonen, H., AND Harjumaa, M. (2008) A Systematic Framework for Designing and Evaluating Persuasive Systems. In H. Oinas-Kukkonen AND al. (Eds.); *persuasive 2008*, LNCS 5033, pp 164-176, Springer-Verlag.
- ▶ Perloff, R.M. (2003). *The Dynamics of Persuasion: Communication and Attitudes in the 21st Century*. Routledge.
- ▶ Senach, B., Negri, A.-L. (2015) Systèmes ludo-persuasifs pour la consommation durable - 1 – points de repères et défis à relever. *Journal d'Interaction Personne-Système - Vol. 4, Num. 1, Art. 6, Juin 2015. AFIHM.*

- ▶ Torning, K., Oinas-Kukkonen, H. (2009) Persuasive System Design: State of the Art and Future Directions, Persuasive'09, April 26-29, Claremont, California, USA.
- ▶ Thibault, E., Decorme, E., Senach, B., Trousse, B., Goffart, C., AND Torres, P. (2012) Rapport final du projet Ecoffices. Disponible en ligne le 22/06/15: <http://hal.inria.fr/hal-00769624>
- ▶ Van Dam, S.S., Bakker, C.A., AND Van Hal, J.D.M. (2010) Home energy monitors : impact over the medium-term, Building Research & Information, 458-469. Disponible en ligne le 22/06/15 : http://www.biblioite.ethz.ch/downloads/Monitorin_Impact-medium-term.pdf
- ▶ Versailles, A. (2009) Les écogestes... une stratégie d'évitement des questions fondamentales ? Rencontres romandes en EDD, 12/09/2009, Fribourg.

8 BIOGRAPHIE



Bernard SENACH

a commencé ses activités en ergonomie cognitive chez INRIA en 1978 et jusqu'en 1990 s'est intéressé à la conception et à l'évaluation d'interfaces hommes-machines pour la conduite de processus dynamiques (centrales nucléaires, systèmes de transport ferroviaire). Il crée en 1990 une des premières start-up d'INRIA qu'il codirige jusqu'en 2005. De retour dans la recherche, il travaille actuellement au CRISAM1 dans l'équipe Héphaïstos sur des projets de robotique d'assistance pour le maintien à domicile.



Anne-Laure NEGRI

est consultante indépendante et docteur en « Automatique Humaine » (Univ. de Valenciennes, 1999). Dans les années 90, ses travaux de modélisation et de simulation des activités cognitives d'opérateurs des transports aériens l'orientent vers l'élaboration de dispositifs facilitant la prise de conscience des risques et l'adoption de comportements sécuritaires (pilotes de ligne, contrôleurs de vol). Depuis les années 2000, elle alterne les collaborations avec grands comptes, starts up ou structures académiques (Telecom Paristech, INRIA) confrontées aux problématiques d'utilisabilité, pertinence et viabilité d'innovations technologiques en les faisant bénéficier de ses compétences en ethnographie, ergonomie, co-création et sociologie des usages, notamment au travers de l'approche Design Thinking qu'elle co-enseigne depuis 2013 à the Sustainable Design School à Nice.

ⁱSource :

http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/111109_Rapport_menages_complet.pdf

ⁱⁱ Source : http://www.voseconomiesdenergie.fr/actualites/economies-d-energie/la-renovation-energetique-du-tertiaire-permettrait-de-faire-50-d-economies-d-energie_00289

ⁱⁱⁱ Voir par exemple le guide ADEME de l'éco-agent : http://www.ecoresponsabilite.environnement.gouv.fr/IMG/guide_ADEME_ecoagent_1_-3.pdf et les sites http://www.ecoresponsabilite.environnement.gouv.fr/IMG/DIREN_manuel_ecoagent.pdf, http://www.ecoresponsabilite.environnement.gouv.fr/rubrique.php3?id_rubrique=1

^{iv} Source : <http://johnnyholland.org/2012/01/persuasion-profiling-attending-to-individual-differences-in-responses-to-persuasion-principles/>

^v Source : <http://www.credoc.fr/pdf/Rech/C264.pdf>