



RÉCHAUFFEMENT CLIMATIQUE : LES CONTRIBUTIONS POSSIBLES DE LA PSYCHOLOGIE ERGONOMIQUE ET DE L'INTERACTION HUMAIN- MACHINE À LA RÉDUCTION DE LA CONSOMMATION D'ÉNERGIE

[Joseph Maurice Christian Bastien](#)

Presses Universitaires de France | « [Le travail humain](#) »

2012/3 Vol. 75 | pages 329 à 348

ISSN 0041-1868

ISBN 9782130594116

Article disponible en ligne à l'adresse :

<https://www.cairn.info/revue-le-travail-humain-2012-3-page-329.htm>

Distribution électronique Cairn.info pour Presses Universitaires de France.

© Presses Universitaires de France. Tous droits réservés pour tous pays.

La reproduction ou représentation de cet article, notamment par photocopie, n'est autorisée que dans les limites des conditions générales d'utilisation du site ou, le cas échéant, des conditions générales de la licence souscrite par votre établissement. Toute autre reproduction ou représentation, en tout ou partie, sous quelque forme et de quelque manière que ce soit, est interdite sauf accord préalable et écrit de l'éditeur, en dehors des cas prévus par la législation en vigueur en France. Il est précisé que son stockage dans une base de données est également interdit.

SYNTHÈSE REVIEW

RÉCHAUFFEMENT CLIMATIQUE : LES CONTRIBUTIONS POSSIBLES DE LA PSYCHOLOGIE ERGONOMIQUE ET DE L'INTERACTION HUMAIN-MACHINE À LA RÉDUCTION DE LA CONSOMMATION D'ÉNERGIE

par J. M. C. BASTIEN*

SUMMARY

GLOBAL WARMING: POSSIBLE CONTRIBUTIONS FROM COGNITIVE ERGONOMICS AND HUMAN-COMPUTER INTERACTION TO THE REDUCTION OF ENERGY CONSUMPTION

Scientific evidence clearly indicates that the earth is warming and that this warming is already affecting our climate. This global warming is due largely to human activity, which is responsible for the emission of greenhouse gases, especially CO₂ and methane. According to climatologists, changing human energy-consumption behaviours now appears to be the best, and probably the only possible option, given the urgency of the situation. However, changing human energy-consumption behaviours is not easy. Psychological studies have identified general psychological barriers that limit or hinder these behaviour changes (limited cognition, ideologies, comparison with other people, perceived risk...), and it has proposed different kinds of interventions (e.g., information, feedback, social motives, financial incentives...). However, it is clear that psychologists must work with other scientists in order to find better solutions for changing behaviours. Scientists from the human-computer interaction (HCI) field have also been concerned by climate change and have developed different approaches to reducing energy and material consumption. Principles such as linking invention and disposal, promoting renewal and reuse, quality and equality, de-coupling ownership and identity, and using natural models and reflection have been proposed to reduce the consumption of both energy and resources while developing software and hardware. In addition to those technology-centred principles, two other principles have been proposed: making people aware of their energy consumption and persuading people to change their consumption behaviours. Making people aware of their energy consumption has been facilitated by ambient awareness systems (devices and physical systems, visualizations...) and by attitude and behaviour changes through persuasive technologies. Although scientists in this field have been creative, the impact of their propositions has

* Université de Lorraine-Plate-forme de Metz, InterPsy-ETIC (EA 4432), F-57012 Metz – christian.bastien@univ-lorraine.fr

seldom been evaluated. This paper briefly reviews the topics listed above, discusses some issues, and proposes some research avenues.

Keywords: *Climate warming, Energy consumption, Behavioural change, Cognitive ergonomics, Human-computer interaction, Videogames.*

«... the future of the species may depend upon whether there can ever be any contingencies of reinforcement, contrived or natural, that will induce us to act upon those predictions. We may “know” that certain things are going to happen, but knowing is not enough; action is needed. Why should it occur? That is perhaps the most terrifying question in the history of the human species.»

B. F. Skinner (1987).

I. INTRODUCTION

Pendant longtemps, nous avons fermé les yeux. Nous avons ignoré les indices qui étaient annonciateurs de changements dont les conséquences allaient être graves pour l'humanité. Puis avec l'accumulation des données, nous sommes maintenant forcés d'accepter l'évidence : le réchauffement climatique est engagé. La température de la terre est actuellement supérieure aux températures enregistrées à ce jour et elle ne cesse d'augmenter. Sur ce point, tous les climatologues sont maintenant d'accord (« Climate Change and the Integrity of Science », 2010).

Les températures de l'hémisphère nord sont restées relativement stables jusqu'à la fin du xx^e siècle, puis se sont mises à augmenter (Thompson, 2010). Le réchauffement climatique observé au cours des cent dernières années ne peut avoir été causé par des facteurs naturels (ex., changements de l'orbite terrestre autour du soleil, cycles du soleil, etc.). C'est du moins ce que pensent les climatologues (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2007 ; Thompson, 2010). Ce réchauffement ne peut être causé que par l'activité humaine et plus particulièrement par l'émission de CO₂, de méthane et autres gaz à effets de serre, résultant de la consommation de l'énergie fossile, de la déforestation, de la décomposition des déchets et de l'élevage d'animaux de la ferme.

Mais quelles sont en fait les conséquences de ce réchauffement climatique ? Pourquoi s'en préoccuper ? D'après Thompson (2010), l'effet dont on parle le plus est l'augmentation du niveau des océans. Une bonne partie de l'élévation du niveau de la mer est causée par l'expansion thermique : l'augmentation de la température de l'eau a pour effet de la faire « gonfler ». Mais en plus de l'expansion des océans, la quantité d'eau qu'ils contiennent augmente en raison de la fonte des glaces. À ce jour, l'augmentation du niveau de la mer s'est calculée en millimètres. Mais il y a suffisamment de glace au Groenland pour augmenter le niveau de la mer de sept mètres. Et que dire de la glace de l'Antarctique... Si seulement 8 % de la glace terrestre fondait, les conséquences pour certaines régions côtières seraient désastreuses (ex., la Floride, La Nouvelle-Orléans, Londres,

New York, Shanghai, les Pays-Bas, les îles du Pacifique, etc.). L'augmentation du niveau de la mer entraînera donc la migration de millions de personnes. En plus des risques d'inondations, l'eau de mer « contaminera » les rivières et rendra les terres infertiles. Cette situation s'observe déjà dans certaines régions du Bangladesh (Thompson, 2010). On peut d'ores et déjà envisager les problèmes économiques et sociaux que cela entraînera.

Les conséquences du réchauffement climatique seront donc graves pour l'humanité. Toujours d'après Thompson (2010), trois solutions s'offrent à nous : (1) réduire les émissions de gaz à effets de serre ; (2) s'adapter aux effets du réchauffement et/ou (3) souffrir. La première solution nécessite de modifier les comportements de consommation d'énergie. La deuxième alternative consiste à s'adapter, c'est-à-dire à réduire les effets négatifs du réchauffement. Il pourrait être question ici de construire des digues empêchant la mer de submerger des territoires, de relocaliser les villes en les éloignant des côtes, etc. Mais si rien n'est fait, la troisième alternative s'imposera et ceux qui souffriront le plus seront ceux qui disposent de peu de ressources...

Cette situation a amené les scientifiques de toutes disciplines à s'interroger sur les actions qu'ils peuvent mener pour freiner ce réchauffement. Certaines de ces actions sont plutôt technocentrées alors que d'autres sont plutôt centrées sur la modification des comportements.

L'objectif de cet article est de montrer ce que l'articulation des disciplines comme la psychologie, la psychologie ergonomique et le domaine des interactions humain-machine peut apporter comme solutions. Les sciences du comportement aidées des technologies de communication et de divertissement peuvent et se doivent d'aider à induire des changements de comportement. La conception de ces technologies posera à l'ergonomie des systèmes interactifs de nouveaux défis : après s'être intéressée à l'utilisabilité, à l'utilité, à l'ergonomie des jeux vidéo, à la conception de produit, la psychologie ergonomique devra s'intéresser aux technologies persuasives, technologies qui pourraient contribuer à susciter des comportements « durables ».

II. RÉACTIONS DU PUBLIC AU RÉCHAUFFEMENT CLIMATIQUE ET RAISONS DE L'INACTION

Si la plupart des scientifiques ne doutent plus du réchauffement climatique et s'ils sont par conséquent concernés par les actions à mener pour le réduire, qu'en est-il du public, du citoyen ? Pourquoi les gens ne s'engagent-ils pas plus dans des actions appropriées ?

En septembre et octobre 2008, une étude a été réalisée auprès de 2 164 adultes Américains (Maibach, Roser-Renouf & Leiserowitz, 2009 ; Maibach, Leiserowitz, Roser-Renouf & Mertz 2011). Les répondants devaient compléter deux questionnaires à deux semaines d'intervalle portant sur le réchauffement climatique et l'énergie. Les questions du questionnaire concernaient les priorités des solutions à apporter, les préférences

pour les choix politiques, les raisons en faveur et contre les actions à mener, sur l'activisme, les politiques gouvernementales, les consommateurs, les croyances, la perception des risques, les possibilités de réduire les émissions de gaz à effets de serre, la confiance en différentes sources d'information, etc. Cinquante-quatre pour cent des questionnaires ont été retournés. À partir des réponses, six groupes d'individus ont pu être identifiés, regroupant de 7 à 33 % de l'échantillon. Ces groupes forment un continuum allant de personnes très inquiètes (18 % de l'échantillon) à des personnes totalement non concernées par le réchauffement climatique et opposées à toute forme de politique d'intervention (7 %). On regroupe ainsi : les « *alarmés* » (18 %, *alarmed*), les *inquiets* (33 %, *concerned*), les *prudents* (19 %, *cautious*), les *non-engagés* (12 %, *disengaged*), les *peu convaincus* (11 %, *doubtful*) et les *contradictaires* (7 %, *dismissive*). Les *alarmés* sont les plus concernés et engagés dans la lutte contre le réchauffement climatique. Ils sont convaincus par les faits et par l'idée que l'activité humaine en est la cause principale et que cela représente une menace sérieuse et urgente. Les *alarmés* ont déjà modifié leur façon de vivre et soutiennent les actions collectives et nationales. Les *inquiets* sont aussi convaincus du fait que le réchauffement climatique soit un problème sérieux, mais bien qu'ils soutiennent divers types d'actions, ils sont moins directement impliqués que les *alarmés* et moins enclins qu'eux à entreprendre des actions personnelles. Les *prudents* croient eux aussi que le réchauffement est un problème sérieux bien qu'ils soient moins sûrs de l'imminence de la menace que les précédents. Ils ne voient pas le problème comme une menace personnelle et ne ressentent pas l'urgence de l'action. En ce qui concerne les *non-engagés*, ces derniers n'ont pas vraiment réfléchi à la question. Ils ne savent pas, mais seraient éventuellement prêts à se faire une opinion sur le sujet. Les *peu convaincus* sont partagés entre ceux qui pensent que le réchauffement climatique est en train de se produire et ceux qui n'y croient pas. Pour ceux qui y croient, ce phénomène est cependant causé par des facteurs naturels, et ils considèrent que les conséquences ne seront pas catastrophiques pour les populations. Ils considèrent aussi que l'État en fait suffisamment pour lutter contre ce phénomène. Finalement, les *contradictaires* sont, comme les *alarmés*, très activement engagés sur le sujet, mais à l'opposé de ces derniers : les *contradictaires* pensent qu'il n'y a pas de réchauffement climatique, et qu'il n'y a donc pas de menace.

On voit bien que chacune de ces catégories de personnes nécessite, pour être convaincue, des approches différentes. On peut aussi envisager les difficultés pour y parvenir. En effet, comment induire des changements réels de comportements chez des gens qui sont convaincus mais qui ont tendance à toujours reporter au lendemain les actions à entreprendre. Que faire avec cette procrastination (Malott, 2010) ? Mais, la procrastination n'est pas la seule barrière aux changements comportementaux. Gifford (2011) a identifié sept barrières psychologiques qui empêchent les gens de s'engager plus avant dans des actions appropriées. Nous les décrivons ci-après.

Limites de la cognition. – Gifford parle ici des difficultés que les humains peuvent avoir à agir pour des conséquences lointaines, de la compréhension ou connaissance limitée du problème ou des solutions à apporter, de

l'incertitude quant aux changements climatiques qui justifie l'inaction, de la non-prise en compte des risques proximaux et futurs, le biais de l'optimisme, le sentiment de ne pas avoir le contrôle sur les événements, ou le sentiment que les actions n'auront pas suffisamment d'impact, le fatalisme, etc.

Points de vue idéologiques. – Ils excluent tous comportements et attitudes proenvironnementaux. C'est le cas par exemple d'une forme du libéralisme où la liberté des peuples ne peut être compatible avec toute forme de contrôle. Certaines croyances religieuses sont contraires à l'idée d'un danger pour l'espèce humaine ou à l'éventualité d'une montée dangereuse du niveau des mers après l'apocalypse. On trouve aussi dans cette catégorie l'idée que la technologie peut à elle seule résoudre et stopper le réchauffement climatique.

Comparaison avec des personnes significatives. – Il s'agit ici de la comparaison sociale, des normes sociales, des réseaux, ainsi que du sentiment d'injustice. La comparaison peut avoir des effets négatifs si les comportements « antienvironnementaux » sont prédominants. De plus, les gens peuvent avoir tendance à ne pas vouloir changer si d'autres n'ont pas à le faire.

Coûts. – Gifford fait référence ici au fait que les coûts de certains appareils électroménagers et certains véhicules peuvent réduire leur marge de manœuvre. Difficile, une fois acquis, de ne plus utiliser des appareils qui consomment trop d'énergie. Gifford fait aussi référence, dans cette catégorie, aux habitudes (de conduite, de consommation, etc.) qui sont généralement résistantes au changement. De la même façon, les valeurs, les aspirations et les objectifs individuels peuvent ne pas être compatibles avec les comportements proenvironnementaux.

Méfiance à l'égard des experts et de l'autorité. – La confiance est importante pour permettre les changements comportementaux. Lorsqu'elle est absente, ou lorsqu'elle se dégrade, la probabilité d'adopter des comportements proenvironnementaux encouragés par des experts ou des instances gouvernementales diminue.

Perception des risques. – Quels sont les risques inhérents aux changements de comportements ? Gifford (2011) identifie plusieurs risques. Le risque fonctionnel concerne le fait que les solutions adoptées ne fonctionnent éventuellement pas. Les nouvelles technologies peuvent effectivement poser des problèmes de fiabilité. Par ailleurs, quels sont les risques physiques, pouvant être liés à l'utilisation de technologies ou services proenvironnementaux ? Quels sont les coûts associés à l'achat d'équipements écologiques, par exemple ? Quels sont les retours sur investissements ? Mais les risques peuvent aussi être sociaux. Comment vont réagir les voisins ? Quels sont les risques sociaux associés à l'adoption des comportements proenvironnementaux ? Ces comportements seront-ils moqués, critiqués ? Tous ces « risques » peuvent entraver l'adoption de comportements souhaités.

Limites comportementales. – On pourrait parler ici du coût de la réponse ou des changements comportementaux à mettre en place. Parmi les changements de comportements possibles, quels sont ceux qui seront effectivement mis en place et sur quelle base ? Certains comportements peuvent être plus faciles à modifier que d'autres, mais avoir peu d'impact sur le réchauffement climatique. Un autre aspect pouvant limiter les changements comportementaux est l'effet de « rebond ». C'est le cas lorsque les effets positifs induits par les changements comportementaux sont atténués ou annulés par les actions ou comportements subséquents. L'exemple fourni par Gifford (2011) concerne l'achat d'un véhicule à basse consommation d'énergie. Les effets positifs sur l'environnement d'un tel achat ne sont conservés que si le conducteur parcourt le même nombre de kilomètres par année. Si l'achat d'un tel véhicule entraîne l'augmentation de nombre de kilomètres parcourus par année, les effets positifs sont d'autant amoindris.

Comme nous venons de le montrer, et bien que les scientifiques soient maintenant convaincus de l'urgence des actions visant à modifier les comportements de consommation d'énergie, les gens, de manière générale, sont peu impliqués dans ces actions ou ont de « bonnes » raisons pour ne pas le faire. La psychologie s'est impliquée depuis plusieurs années dans la mise au point de programmes de sensibilisation au réchauffement climatique et de modification des comportements ou dans l'évaluation de tels programmes.

III. LES CONTRIBUTIONS DE LA PSYCHOLOGIE

Aux États-Unis, 38 % des émissions de CO₂ proviennent de la consommation d'énergie (consommation à la maison et lors des déplacements en voitures non liés au travail) (Gardner & Stern, 2008). Une autre partie importante provient de l'achat de produits qui ont nécessité beaucoup d'énergie pour les produire et les distribuer (Bin & Dowlatabadi, 2005). C'est donc en modifiant ces activités que nous pourrions en partie freiner le réchauffement climatique. Les psychologues ne se sont pas fait attendre pour tenter d'une part de comprendre les déterminants des comportements de consommation d'énergie et pour tenter de les influencer et de les modifier.

D'après Stern (2011), les premières études datent des années 1970. Ces études visaient à développer et tester des théories permettant d'expliquer les comportements environnementalement significatifs (*Environmentally Significant Behavior, ESB*) ou proenvironnementaux (*Pro-Environmental Behavior, PEB*). Les ESB sont tous les comportements ayant des conséquences environnementales, alors que les PEB sont les comportements ayant des effets bénéfiques pour l'environnement. Plusieurs courants de recherches ont contribué à l'avancée des connaissances. Un de ces courants a mis l'accent sur les motivations individuelles et sur l'idée implicite que les individus maximisaient leur bien-être matériel et subjectif. C'est dans ce courant que les théories du conditionnement opérant ont été appliquées notamment

pour induire des changements dans les comportements de consommation d'énergie. Un autre courant s'est plutôt attardé à démontrer que l'environnement constituait plutôt un contexte dans lequel les comportements proenvironnementaux entraînaient plus de coûts que de bénéfices pour l'individu, d'où la difficulté à susciter et maintenir ces derniers. Les tenants de cette position affirment généralement que des facteurs allant au-delà de l'individu doivent être pris en compte pour induire les changements souhaités. Ces facteurs incluent par exemple la conscience environnementale, des normes sociales morales, des valeurs transcendantes, etc.

D'autres approches se focalisent par exemple sur des déterminants tels que la comparaison sociale et autres influences normatives. D'autres encore s'intéressent aux étapes par lesquelles on passe d'un changement d'attitudes aux changements comportementaux. D'autres appliquent les théories de l'innovation-diffusion et les réseaux sociaux pour décrire la propagation des idées et des actions dans la population.

Dans toutes ces recherches, deux aspects sont étudiés : l'achat/adoption de produits à basse consommation énergétique, que ce soit au niveau du choix des voitures, des maisons, des systèmes de chauffage, des appareils électroménagers, et les comportements d'usage des produits. Ces deux aspects sous-tendent des mécanismes différents : la modification des comportements de consommation est souvent associée à la privation et au sacrifice, alors que l'adoption de produits « écologiques » ne l'est pas. Comme le constate Stern (2011), si les études se sont davantage focalisées sur les comportements de consommation au détriment des comportements d'adoption, c'est sans doute à cause de la facilité des mesures liées à la fréquence des comportements.

IV. TYPES D'INTERVENTION ET IMPACTS SUR LES COMPORTEMENTS

Les stratégies d'intervention, pour la modification des comportements, étudiées par les psychologues, se sont concentrées d'une part sur des instruments de diffusion et de communication tels que des campagnes d'information/persuasion, et d'autre part sur des incitations financières.

Les *campagnes d'information* sur les comportements à adopter pour réduire la consommation d'énergie, qu'elles aient été réalisées à la télévision ou par affiches, sont habituellement inefficaces. Si ces campagnes augmentent les connaissances des gens, elles ont peu d'effets sur les comportements (Stern, 2011). Toutefois, lorsque les campagnes sont organisées sur la base de connaissances psychologiques, comme par exemple l'usage de messages vivants, personnalisés et lorsque l'accent est mis sur l'impact des choix énergétiques en termes d'évitement de pertes plutôt que de gains, certains comportements sont davantage modifiés.

Le *feedback* immédiat ou fréquent sur les coûts de sa propre consommation domestique a permis de réduire cette dernière de 5 à 12 % selon les études (Fischer, 2008). Plus récemment, l'étude de Allcott et Mullainathan

(2010) a démontré des variations de 2,7 %. Ce qui ressort de ces études est que l'efficacité de ce *feedback* est liée à sa fréquence, son mode d'administration (ex., monitoring direct, facture détaillée) et son association avec d'autres services comme des recommandations adaptées et personnalisées ou des éléments motivationnels tels que les références à des normes. Le *feedback* est donc plus efficace que l'information parce qu'il est spécifique à chaque individu et que sa fréquence permet d'apprendre comment réaliser des économies. Comme l'indiquent Geller, Winett et Everett (1982), le *feedback* permet de lier plus directement le comportement à ses conséquences, et ce, de façon immédiate ou légèrement différée (lorsque ce dernier est hebdomadaire par exemple). Compte tenu de l'importance du *feedback*, il est facile d'imaginer l'apport des technologies de l'information et du divertissement. C'est ce que nous verrons plus bas.

Les interventions se basant sur les motivations sociales font appel à différentes techniques : l'utilisation de « modèles » (ex., Geller *et al.*, 1982), déployant des comportements de conservation d'énergie ; le marketing social ; l'usage d'objectifs prosociaux ou de normes sociales (ex., Schultz, Khazian & Zaleski, 2008 ; Schultz, Nolan, Cialdini, Goldstein & Griskevicius, 2007). Ces approches se sont avérées efficaces sur le terrain et plus précisément pour la réduction des comportements liés à la consommation d'énergie. Il semblerait que les approches s'appuyant sur les motivations sociales potentialisent les effets du *feedback*.

Les incitations financières ont aussi fait partie des programmes d'interventions et ont été évaluées en tant que tel. Ces incitations financières peuvent être de différentes natures : variation du prix de l'électricité en fonction de l'heure de la journée, récompenses pour les réductions de consommation, déductions fiscales pour investissements dans des équipements consommant moins d'énergie ou encore pour l'isolation des maisons, etc. Ces études ont mis en lumière le fait que l'effet des incitations financières dépendait grandement de la façon dont les programmes étaient mis en place (ex., l'effort marketing, la facilité d'accès aux incitations financières, etc.) (Gallagher & Muehlegger, 2011 ; Stern, Gardner, Vandenbergh, Dietz & Gilligan, 2010).

Mais comme on pouvait s'y attendre, les programmes ou campagnes qui ont le plus d'impact sont ceux qui intègrent des aspects psychologiques. D'après Stern *et al.* (2010), six principes doivent être pris en compte pour assurer le succès d'un programme d'intervention : (1) mettre l'accent sur les comportements à forts impacts environnementaux ; (2) fournir des incitations financières suffisantes ; (3) assurer une démarche marketing forte ; (4) fournir des sources d'information crédibles aux différents points de décision ; (5) garder les choses simples et finalement ; (6) assurer la qualité des produits et/ou services écologiques dispensés. Dès lors qu'un seul de ces éléments est absent, les programmes d'intervention sont moins performants. Ainsi, même si les techniques psychologiques ne parviennent pas toujours à induire des changements notables des comportements à forts impacts environnementaux, ces techniques peuvent produire des effets notables lorsqu'elles sont couplées à d'autres approches.

Comme certains auteurs l'indiquent, les technologies de l'information peuvent permettre d'intégrer les techniques psychosociales permettant

d'induire des comportements proenvironnementaux (ex., Gifford, 2011 ; Schmuck & Vlek, 2003 ; Stern, 2011). Dans les sections suivantes, nous présentons des travaux qui ont été réalisés dans le domaine des interactions humain-ordinateur et les perspectives de recherche qui y sont proposées. Nous noterons au passage que les approches mises en place n'adoptent pas, loin s'en faut, toutes les techniques psychosociales qui pourraient l'être. Nous reviendrons sur ce point dans la discussion.

V. CONSOMMATION D'ÉNERGIE ET INTERACTION HUMAIN-ORDINATEUR

Les chercheurs du domaine de l'interaction humain-ordinateur se sont aussi vite sentis concernés par les problèmes de réchauffement climatique et plus généralement par le développement durable. Deux événements importants marquent cet intérêt : un appel à participation, lancé en 2007, pour constituer un SIG (*Special Interest Group*) sur le thème du développement durable et de l'interaction (Schultz *et al.*, 2007) et l'article de Blevis (2007) publié la même année sur le thème du *Sustainable Interaction Design* (SID). Depuis, le nombre de publications sur ce thème n'a cessé d'augmenter. Goodman en recensait déjà 120 en 2009, et 157 articles étaient recensés un an plus tard par DiSalvo, Sengers et Brynjarsdóttir (2010). Dans ce domaine, comme dans d'autres, les travaux publiés adoptent plusieurs approches et méthodologies. Deux grands courants peuvent être distingués dans le domaine des interactions humain-ordinateur : le développement durable en conception (*sustainability in design*) qui vise à réduire l'impact matériel des logiciels et le développement durable par le design (*sustainability through design*) qui vise plutôt à modifier les styles de vie par la technologie et les interactions humain-ordinateur.

En ce qui concerne le développement durable en conception, les objectifs visés sont de :

- *Réduire l'obsolescence des matériels et leur remplacement, en favoriser la réutilisation et le recyclage.* – Certains prônent en effet une conception de produits qui permettrait d'allonger les cycles de renouvellement des matériels. Selon Blevis (2007), les matériels et les logiciels sont intimement liés dans un cycle d'obsolescence mutuelle. Ainsi par exemple, l'évolution des systèmes d'exploitation et des logiciels force les utilisateurs à changer d'ordinateur, car les dernières versions de ces logiciels ne fonctionnent plus sur les « anciens » ordinateurs. En 2006, un article de Gaudin indiquait que plus de la moitié des PC d'entreprises ne pouvait faire tourner Vista. En d'autres termes, les PCs qui avaient à l'époque plus de 2 ans étaient déjà obsolètes ! Le remplacement de ces ordinateurs a souvent des conséquences néfastes sur la consommation des ressources naturelles et sur l'environnement. Le *développement durable en conception* permet donc d'atténuer les effets des matériels sur l'utilisation des ressources naturelles.

- *Réduire la consommation énergétique des produits développés.* – Une autre stratégie technocentrée est de produire des matériels qui consomment moins d'énergie (ordinateurs personnels, serveurs, téléphones portables, etc.).

En ce qui concerne le développement durable par la conception, les objectifs sont les suivants :

- *Réduire la consommation de l'énergie en rendant les citoyens davantage conscients de leur consommation à l'aide de technologies.* – La technologie est ici utilisée pour informer les citoyens, ou l'occupant d'un lieu, sur sa consommation d'énergie. Les formes que peuvent prendre ces technologies sont variées. Il peut s'agir, par exemple, de dispositifs tels qu'un cordon de multiprise modifié de façon à pouvoir indiquer, par des variations de couleur, d'intensité et de scintillement, la quantité d'électricité consommée, ou encore de dispositifs tels que des radiateurs d'un nouveau genre capables là aussi d'indiquer aux occupants l'électricité consommée (Gyllenswärd, Gustafsson & Bång, 2006). On trouve aussi des dispositifs conçus pour s'installer sur des robinetteries et capables de renseigner l'utilisateur sur sa consommation d'eau ou de la température de celle-ci tout en l'incitant à l'économie (Al Mahmud *et al.*, 2007 ; Gyllenswärd *et al.*, 2006). Les recherches développées dans cette approche de la conscience ambiante (*ambient awareness*) sont très proches des recherches faites dans le cadre des technologies persuasives que nous aborderons plus bas.
- *Susciter et développer des comportements durables et induire des changements comportementaux par le biais des technologies.* – C'est ce point que nous allons maintenant approfondir en raison de ses relations étroites avec la psychologie de la persuasion, de la psychologie opérante, et aussi en raison du fait que cette approche compte pour environ 45 % des articles répertoriés en interaction humain-ordinateur.

V.1. LES TECHNOLOGIES PERSUASIVES

Les recherches menées sur ce que nous appelons maintenant les technologies persuasives s'appuient, pour la plupart, sur les travaux de Fogg (Fogg, 1999, 2003 ; Fogg, Cuellar & Danielson, 2009 ; Fogg & Eckles, 2007). Pour Fogg, la persuasion par le biais des technologies de la communication prend place à deux niveaux : un niveau micro (la micropersuasion) et un niveau macro (la macropersuasion). Les systèmes de micropersuasion (ou de persuasion passive selon DiSalvo, Sengers et Brynjarsdóttir, 2010) sont des systèmes dont l'objectif premier n'est pas la persuasion, mais dont certaines de leurs composantes peuvent avoir de tels objectifs ou effets. Pour Fogg, tout système qui vous rappelle ce que vous avez à faire, qui vous permet de visualiser votre activité ou encore vous encourage ou vous louange est un système de micropersuasion, car il change votre façon de penser, d'agir. Dans notre contexte de réchauffement climatique et de réduction de la consommation d'énergie, il s'agirait des systèmes

où des informations sur la consommation et le gaspillage sont présentées aux utilisateurs. La macropersuasion concerne des systèmes conçus essentiellement pour cette fin. C'est ce que DiSalvo, Sengers et Brynjarsdóttir (2010) appellent des systèmes de persuasion forte, c.-à-d. qui fournissent des informations sur le caractère durable ou non des comportements des utilisateurs. Peu de ces études mettent en place des stratégies de conception et d'utilisation qui renforcent des comportements bien identifiés. Par ailleurs, les études varient selon que l'utilisateur est conscient ou pas de la persuasion.

V1.1. Les technologies de persuasion forte

The Power House (Charness & Boot, 2009) est un exemple de persuasion forte. Il s'agit d'un jeu vidéo conçu pour sensibiliser des jeunes de 13 à 18 ans aux problèmes de consommation d'énergie à la maison et pour susciter des comportements appropriés. Bien que ces jeunes considèrent que l'économie de l'énergie soit quelque chose de très important, ils sont incapables d'évaluer la consommation énergétique associée à la plupart des activités domestiques (ex., faire la cuisine, écouter la télé, prendre une douche, faire une lessive, etc.), ni même de classer ces activités en fonction de leur consommation énergétique. Ce jeu se base sur le principe des télérealités où l'on observe des participants vivre dans des environnements clos. Ici, il s'agit d'une maison où vivent sept personnages qui ont des personnalités et besoins spécifiques (besoins pour se nourrir, dormir et se divertir, etc.). Le joueur doit donc satisfaire leurs besoins de façon à ce qu'ils restent dans la maison le plus longtemps possible. Généralement, toutes les activités auxquelles peuvent s'adonner les personnages sont consommatrices d'énergie. Le but du joueur est donc d'adopter les comportements qui en consomment le moins. Lorsque les « bons » comportements sont adoptés, le joueur gagne des points (de l'argent virtuel) et accède à différents niveaux de contrôle du jeu. L'argent peut ensuite être utilisé pour acheter différents biens pour les personnages (comme des appareils électroménagers consommant moins d'énergie). Afin de motiver et d'influencer le joueur, plusieurs principes de persuasion ont été mis en œuvre. Le premier élément appliqué concerne la simulation. En faisant adopter différents comportements par les personnages (par ex., prendre une douche plutôt qu'un bain), le joueur peut observer leurs effets en termes de consommation d'énergie et ainsi identifier les comportements les plus adaptés. Les jeunes joueurs ont par ailleurs été intégrés tôt dans la conception de ce jeu, notamment pour la conception des personnages afin qu'ils suscitent une plus grande identification. En d'autres termes, les personnages ont été conçus de façon à refléter au mieux les caractéristiques archétypiques des joueurs. Le renforcement est un autre aspect crucial dans les jeux vidéo. Dans *The Power House*, les « agents » de renforcements utilisés sont des sons, des effets visuels et des compteurs qui indiquent au joueur le temps restant, le nombre de points accumulés, une liste des meilleurs scores permettant au joueur de se comparer aux autres (comparaison sociale), etc. De plus, les joueurs obtiennent des points supplémentaires dès que les

comportements qu'ils suscitent chez les personnages sont ceux souhaités. Fournir une information au bon moment est une autre fonction qui a été développée dans le jeu. Par l'entremise d'un « animateur », des aides et des conseils sont donnés aux joueurs leur permettant ainsi de gagner plus de points. Ces conseils concernent généralement les bons comportements à promouvoir.

D'autres auteurs ont utilisé Facebook pour fournir un moyen de comparaison sociale permettant à des internautes d'ajuster leurs comportements à ceux de leurs amis ou à une norme sociale. Ainsi, une norme descriptive peut être fournie pour permettre à des gens de comparer leur consommation d'énergie à celle d'autres personnes. Par ailleurs, une injonction peut indiquer si un usage, une consommation donnée sont bons ou pas. C'est ce principe qu'a utilisé l'équipe de Foster (Foster, Lawson, Blythe & Cairns, 2010 ; Foster *et al.*, 2011) (<http://lisc.lincoln.ac.uk/sustainability/wattsup/>). Afin de réduire la consommation d'énergie de huit foyers, les auteurs ont en effet mis en place une application sur Facebook. L'interface de cette application a été développée de façon participative afin de présenter aux utilisateurs, dans un format qui leur convenait, leur consommation d'énergie, cette dernière étant mesurée dans chaque foyer à l'aide d'un compteur électrique. L'application Facebook allait donc permettre, dans un contexte social, de plaisanter sur la consommation des uns et des autres, d'entrer en compétition, et surtout de s'engager dans la réduction de la consommation d'énergie, les participants allant même jusqu'à dévoiler leurs stratégies pour réduire leur consommation. L'application a permis tout cela en affichant le classement des foyers par consommation, en permettant aux participants d'échanger sur les consommations des uns et des autres. Les résultats ont montré que sept foyers sur huit avaient réduit leur consommation d'énergie.

Une autre approche est l'usage des renforcements sociaux (Neuringer & Oleson, 2010), qui a pour effet d'augmenter la cohérence entre ce que les gens disent qu'ils vont faire et ce qu'ils font réellement. L'idée est ici qu'on peut changer en aidant les autres. Certains sites Web portent spécifiquement sur le changement climatique et présentent les actions entreprises par les gens (par ex., www.350.org, www.acespace.org). Les mécanismes psychologiques qui permettent de changer sont notamment l'engagement social envers d'autres, qui vous incite à poursuivre les actions entreprises, le renforcement réciproque des actions menées, etc.

Dans un autre ordre d'idées, mais en utilisant aussi les mécanismes psychosociaux, certains chercheurs se sont intéressés aux comportements de conduite automobile. Sachant que les voitures sont impliquées pour une bonne part dans les émissions de CO₂, et que la consommation d'essence des véhicules est directement liée au style de conduite (vitesse, accélération, freinage, etc.), les comportements de conduite constituent une cible intéressante pour toute forme d'intervention. La plupart des voitures permettent aux conducteurs de connaître la consommation instantanée de leur véhicule, souvent affichée en l/100 km. Les recherches ont démontré depuis plusieurs années que la qualité d'un *feedback* pouvait grandement améliorer les comportements. Dans plusieurs études, le *feedback* s'est avéré plus efficace à réduire la vitesse des conducteurs que des méthodes

traditionnelles comme les contrôles de police (par ex., Van Houten & Nau, 1981, 1983 ; Van Houten, Nau & Marini, 1980). Toutefois, les effets de ce *feedback* sont généralement plus efficaces lorsqu'ils sont complétés par des renforcements. Or, les renforcements pour conduite écologique sont plutôt rares sur le terrain ... Arriver à destination plus tôt, passer avant que le feu ne passe au rouge sont des conséquences ayant souvent beaucoup plus d'effets sur la conduite que le fait de savoir que nous avons émis moins de CO₂. Le problème consiste donc à trouver des agents de renforcement efficaces. Les marchandises virtuelles pourraient peut-être constituer une piste. Dans les mondes virtuels comme *Second Life*, les utilisateurs dépensent beaucoup d'argent pour des « biens » virtuels. Certaines personnes y font même fortune en achetant et en vendant toutes sortes de biens virtuels. Pour certaines personnes, ces marchandises virtuelles pourraient peut-être constituer des agents de renforcement et motiver certains comportements. Facebook, déjà évoqué plus haut, est un autre service sur lequel les internautes échangent et vendent des objets virtuels. Facebook permet déjà de récupérer des données de conduite grâce au WiFi. Pritchard (2010) développe actuellement une application qui permettrait de transformer ces indices comportementaux en *green dollars* qui pourraient ensuite être utilisés pour acheter des biens virtuels. Plus la conduite du conducteur est efficace du point de vue de la consommation, basée sur différents indices, plus le conducteur accumule des dollars sur son compte Facebook. Des certificats, prix ou des bonus pourraient aussi être utilisés. Ces derniers pourraient ensuite être affichés sur le mur Facebook de l'intéressé. Bref, tous les aspects sociaux de Facebook pourraient être utilisés pour motiver et renforcer les utilisateurs. De plus, des compteurs de réduction totale de CO₂ pourraient être mis en place pour renforcer le sentiment d'appartenance à la communauté et indiquer les efforts de cette dernière.

V1.2. Les technologies de persuasion passive

Les exemples qui suivent illustrent la persuasion passive. Il s'agit ici de renseigner les gens sur leur consommation énergétique. Ces exemples font généralement partie des travaux sur la conscience ambiante dont nous avons parlé plus haut. Bon nombre de systèmes persuasifs sont de fait des systèmes ambiants, et l'idée est qu'en rendant les gens conscients de leur consommation énergétique, ils adopteront des comportements susceptibles de la réduire. Le premier exemple est un cordon de multiprise qui change de couleur en fonction du nombre d'appareils qui y sont connectés (Gustafsson & Gyllenswärd, 2005), le deuxième un radiateur constitué d'ampoules électriques (Gyllenswärd *et al.*, 2006) et le troisième un agent intelligent qui motive les gens à changer leurs comportements de consommation d'énergie à la maison (Al Mahmud *et al.*, 2007).

Les deux premiers dispositifs, le cordon et le radiateur, sont des exemples de dispositifs d'informations ambiantes qui visent à rendre leurs utilisateurs conscients de la consommation énergétique domestique. Le cordon de la multiprise (*The Power-Aware Cord*) a été modifié de façon à pouvoir s'illuminer de couleur, à scintiller et à varier en intensité en

fonction de la consommation électrique. Selon les auteurs, il serait plus facile, pour les occupants d'une pièce, de comprendre la signification des variations d'intensité lumineuse que de lire un dispositif d'affichage de la consommation en watt. De plus, un tel dispositif serait plus facilement visible qu'un dispositif numérique et plus facile à comprendre.

Le radiateur est un dispositif constitué de 35 ampoules de 60 watts produisant, lorsqu'elles sont allumées, la même chaleur qu'un radiateur électrique conventionnel. Ce radiateur fonctionne comme les autres, c'est-à-dire qu'il est doté d'un bouton de contrôle permettant d'en régler l'intensité et de capteurs de chaleur afin de réduire l'intensité des ampoules électriques lorsque la température souhaitée est atteinte. La particularité de ce dispositif est que les ampoules sont visibles, tout comme leur variation d'intensité. Ainsi, toute variation de température de la pièce est reflétée par des variations d'intensité des ampoules électriques. De ce fait, les occupants de la pièce peuvent se rendre compte des comportements responsables des baisses de températures comme par exemple l'ouverture des fenêtres.

Ces deux dispositifs ont donc été conçus pour rendre visible la consommation énergétique des appareils électriques qui se trouvent dans une pièce donnée. Bien que ces dispositifs puissent paraître intéressants, leur impact sur la consommation d'énergie n'a fait l'objet d'aucune évaluation. En d'autres termes, aucune donnée n'est disponible sur les effets de ces dispositifs sur la consommation d'énergie.

iParrot (Al Mahmud *et al.*, 2007) est un agent persuasif représenté par un perroquet en papier. Ce dernier donne verbalement des informations, des conseils et du *feedback* visant à encourager la conservation d'énergie à la maison (par ex., éteindre la télé plutôt que de la mettre en veille, etc.). Bien que cet agent n'ait pas fait l'objet d'une évaluation en termes de modification des comportements induits, les auteurs montrent que les gens font davantage confiance à l'agent persuasif lorsque ce dernier est gentil et chaleureux (*friendly*) et qu'ils tendraient à se conformer à ses demandes.

De plus en plus d'applications sont disponibles pour guider les comportements d'achat des consommateurs (Layng, 2010). Il est ainsi possible, pour un produit donné, de savoir si les prix affichés sont les plus bas et où se situe le magasin le vendant au plus bas prix. C'est ce que fait par exemple l'application RedLaser (www.redlaser.com). Cette application tournant sur iPhone et Android vous permet de scanner le code-barres ou le code QR d'un produit pour obtenir les informations précédentes. Toutefois, peu d'applications permettent de fournir de l'information sur l'empreinte environnementale d'un produit ou encore sur la consommation électrique d'un produit comparativement à d'autres, ou sur les composants chimiques toxiques du matériel. En d'autres termes, peu d'applications permettent de faire des achats plus « verts ». Goodguide est un autre exemple d'application disponible pour iPhone qui permet de sélectionner des produits sûrs, sains et durables lors de vos courses. Cette application renseigne sur plus de 70 000 produits et compagnies. En plus des informations « environnementales », l'application donne par ailleurs des scores « sociaux » et « environnementaux » sur chacun des produits de sa base de

données. Mais comme l'indique Layng (2010), il serait souhaitable d'avoir une base de données internationale pouvant être consultée à l'aide de dispositifs mobiles et mise en place par des organismes indépendants soucieux de combattre le réchauffement climatique. Fournir des informations sur l'empreinte environnementale d'un produit ne garantit pas forcément son achat par rapport à un autre. Toutefois, pour ceux qui souhaiteraient choisir ces produits, ce type d'application peut les aider. Les décisions des consommateurs, comme la plupart des décisions que nous prenons, sont surtout dictées par des conséquences individuelles à court terme et non par des conséquences à long terme pour la société. Mais comme de plus en plus de gens réalisent que la protection de l'environnement est dans leur intérêt, la qualité environnementale d'un produit peut éventuellement prendre une place plus importante dans leur décision.

Ces quelques exemples montrent à quel point les technologies de la communication et du divertissement peuvent être utiles pour réduire la consommation d'énergie. Il ne s'agissait pas ici de présenter de façon exhaustive les recherches publiées, mais simplement d'en donner un aperçu. D'autres projets utilisent par exemple les téléphones portables pour inciter à la conservation de l'énergie (Al Mahmud, Mubin, Shahid, Juola & de Ruyter, 2008), ou à choisir des itinéraires permettant de consommer moins d'énergie en fonction des bouchons et/ou des heures de la journée. D'autres projets visent à modifier les interfaces des appareils électroménagers (McCalley, Kaiser, Midden, Keser & Teunissen, 2006) ou encore à les relier à un ordinateur, toujours avec l'objectif de réduction de la consommation (McCalley & Midden, 1998).

VI. DISCUSSION

Le débat sur l'existence du réchauffement climatique est terminé. La question ne se pose plus. La question qui se pose maintenant est de savoir quels sont les moyens d'action. Pour la plupart des scientifiques, la solution ne peut être technologique. Le temps manque. La seule solution semble être de modifier les comportements de consommation d'énergie, et ce, le plus rapidement possible. La psychologie s'est intéressée depuis plusieurs années au développement durable ainsi qu'à la consommation d'énergie, et plusieurs auteurs ont fait part de la place que pouvaient prendre différentes sous-disciplines de la psychologie à la solution de ce problème, comme par exemple la psychologie sociale, la psychologie de l'apprentissage, la psychologie de l'environnement et la psychologie du consommateur (voir à ce propos l'ouvrage de Weiss & Girandola, 2010). Bien que ces sous-disciplines aient contribué à mieux comprendre les comportements des citoyens face à ces enjeux (motivations, barrières, etc.), les interventions qu'elles ont permis de mettre en place doivent être étudiées plus avant et de nouvelles formes d'intervention doivent être inventées. Plusieurs auteurs ont aussi indiqué à quel point la psychologie allait devoir s'associer à d'autres disciplines pour intervenir de façons efficaces. La psychologie peut effectivement jouer un rôle important, par ses recherches et

par les recommandations qu'elle peut fournir aux décideurs pour limiter le réchauffement climatique. Toutefois, les efforts qu'elle déploie déjà et qu'elle continuera à déployer devront être interdisciplinaires pour produire leurs effets. À ce propos, les domaines de l'ergonomie et des facteurs humains ont été évoqués (par ex., Schmuck & Vlek, 2003 ; Stern, 2011), notamment en raison du fait que la qualité des systèmes d'information et de *feedback* qui peuvent être utilisés pour induire des changements de comportement doit faire l'objet d'attentions particulières s'ils veulent pouvoir atteindre ces objectifs. Le domaine tout désigné pour contribuer à ces efforts est évidemment le domaine des interactions humain-ordinateur. Dans ce domaine, les chercheurs ont été très créatifs, et les exemples de systèmes permettant d'augmenter la conscience ambiante ou de modifier les comportements sont astucieux, comme nous l'avons montré dans la section précédente. Toutefois, l'efficacité de ces solutions n'a pas toujours été évaluée et tous les mécanismes de persuasion n'ont pas forcément été pris en compte. Quand des évaluations ont été conduites, les effets à long terme n'ont pas été mesurés.

Nous avons, dans cet article, porté notre attention sur les facteurs psychologiques et sur les technologies. Nous n'avons pas abordé les aspects organisationnels, les changements de politique, les changements culturels et socio-structurels (voir à ce propos Stern, 2011) qui jouent aussi un rôle important dans la détermination des comportements des gens. Nous avons choisi de limiter notre aperçu aux domaines de la psychologie et de l'interaction humain-ordinateur. Sur ce dernier point, de nombreux travaux restent à faire et une meilleure articulation des aspects d'influence, de persuasion, de conditionnement aux systèmes interactifs doit être poursuivie. De nombreuses questions restent en suspens et l'articulation de sous-disciplines de l'ergonomie des systèmes interactifs, comme l'ergonomie des jeux vidéo, aux aspects psychologiques doit être approfondie.

Aucun système interactif ne pourra induire de changements comportementaux si la conception de ces systèmes les rend difficiles à utiliser ou s'ils suscitent de l'insatisfaction chez les utilisateurs. Ces nouveaux usages des technologies et les objectifs qui sont visés par ces systèmes interactifs doivent donc être pris en compte par la psychologie ergonomique. Si l'ergonomie des systèmes interactifs avait réussi à fournir des méthodes permettant de développer des systèmes interactifs adaptés à leurs utilisateurs, aux tâches qu'ils devaient réaliser dans des contextes donnés, et ce, de façon satisfaisante, elle a su faire évoluer ses thématiques de recherche et ses domaines d'application, comme nous l'avons indiqué par ailleurs (voir par exemple Brangier & Bastien, 2010 ; Brangier & Bastien, 2006). Reste à préciser comment ses méthodes pourront s'appliquer aux objectifs des technologies persuasives et surtout comment l'ergonomie étudiera l'articulation de ces technologies aux activités des utilisateurs au cours desquelles les modifications de comportements sont souhaitées.

Parmi les systèmes persuasifs qui ont été évoqués, les jeux occupent une place importante. Or, si l'ergonomie des jeux vidéo a essentiellement visé à maintenir l'interaction tout en suscitant du plaisir (Romero & Fuller, 2003), l'implémentation des mécanismes permettant de façonner les comportements, de les renforcer et de les maintenir reste à faire. Il ne s'agit

pas ici de donner la possibilité à l'utilisateur de refaire un parcours jusqu'à ce qu'il le réussisse, mais d'adapter le niveau de difficulté à chaque utilisateur, pour ne pas le perdre et lui permettre de progresser. Par ailleurs, la valeur renforçante d'un stimulus, c'est-à-dire son pouvoir d'augmentation de la fréquence ou de la durée des comportements qu'il suit, dépend de l'histoire du sujet et pas forcément des seules caractéristiques du stimulus. Aussi, cette valeur doit être évaluée pour chaque joueur. Puis, une fois les comportements façonnés, il faut pouvoir les maintenir grâce à des programmes de renforcement adaptés. Mais alors, la question qui se pose est de savoir sous quel programme passer : à proportions fixes/variables, à intervalles fixes/variables, etc. Ces aspects ne sont pour l'heure pas abordés dans les recherches en ergonomie des jeux vidéo.

De plus, dans tout ce qui a été présenté et discuté jusqu'ici, aucune allusion n'a été faite aux aspects éthiques. Pourtant, la mise en place de technologies de persuasion pose des problèmes éthiques : qui détermine les comportements à modifier, à façonner et à encourager ? Quelle participation à la mise en place de ces interventions les personnes désignées peuvent-elles prendre ? Ces interventions peuvent-elles se faire sans le consentement éclairé des personnes concernées ? De ce fait, la conception de ces systèmes peut-elle toujours se faire dans le cadre de la méthodologie centrée utilisateur ? En quoi ces technologies modifient-elles la démarche et les méthodes actuelles de conception et d'évaluation ? Comment les méthodes actuelles d'évaluation de la qualité ergonomique et de l'expérience utilisateur devront-elles être modifiées pour inclure l'impact des technologies persuasives sur les comportements cibles ?

En dépit des difficultés que pose l'approche multidisciplinaire pour solutionner les problèmes du réchauffement climatique par le biais des modifications des comportements, la psychologie ergonomique et le domaine des interactions humain-ordinateur doivent unir leurs forces. Les collaborations qui se sont nouées au cours des années doivent maintenant s'orienter sur ces problématiques.

BIBLIOGRAPHIE

- Al Mahmud A., Dadlani P., Mubin O., Shahid S., Midden C. & Moran O. (2007), « iParrot: towards Designing a Persuasive Agent for Energy Conservation », in Y. de Kort, W. IJsselstein, C. Midden, B. Eggen & B. J. Fogg (eds.), *Persuasive 2007, LNCS 4744*, Berlin, Springer-Verlag, p. 64-67.
- Al Mahmud A., Mubin O., Shahid S., Juola J. F. & De Ruyter B. (2008), « EZ Phone: Persuading Mobile Users to Conserve Energy », in D. England (ed.), *BSC-HCI '08. Proceedings of the 22nd British CHI Group Annual Conference on People and Computers: Culture, Creativity, Interaction*, New York, ACM, p. 7-10.
- Allcott H. & Mullainathan S. (2010, March 05), « Behavior and Energy Policy », *Science*, 327, 1204-1205.
- Bin S. & Dowlatabadi H. (2005), « Consumer Lifestyle Approach to US Energy Use and the Related CO₂ Emissions », *Energy Policy*, 33, 197-208. doi: 10.1016/S0301-4215(03)00210-6
- Blevins E. (2007), « Sustainability Interaction Design: Invention & Disposal, Renewal & Reuse », in M. B. Rosson & D. Gilmore (eds.), *CHI'07 Proceedings of the SIGCHI*

- Conference on Human Factors in Computing Systems* (San Jose, California, USA, April 28 May 3), New York, ACM, p. 503-512.
- Brangier E., & Bastien J.-M. C. (2010), « L'évolution de l'ergonomie des produits informatiques : accessibilité, utilisabilité, émotionnalité et influençabilité », in G. Valléry & R. Amalberti (éds.), *Ergonomie des produits et des services médiatisés : nouveaux territoires, nouveaux enjeux*, Paris, Presses universitaires de France, p. 307-328.
- Brangier E. & Bastien J.-M. C. (2006), « L'analyse de l'activité est-elle suffisante et/ou pertinente pour innover dans le domaine des nouvelles technologies ? », in G. Valléry & R. Amalberti (éds.), *L'Analyse du travail en perspective – Influences et évolutions*, Toulouse, Octarès, p. 143-156.
- Charness N. & Boot W. R. (2009), « Aging and Information Technology Use: Potential and Barriers », *Current Directions in Psychological Science*, 18(5), 253-258. doi: 10.1111/j.1467-8721.2009.01647.x
- « Climate Change and the Integrity of Science », (2010, 7 May), *Science*, 328, 689-690.
- DiSalvo C., Sengers P. & Brynjarsdóttir H. (2010), « Mapping the Landscape of Sustainable HCI », in E. Mynatt & D. Schoner (eds.), *CHI'10 Proceedings of the 28th International Conference on Human Factors in Computing Systems* (Atlanta, Georgia, USA, April 10-15), New York, ACM, p. 1975-1984.
- Fischer C. (2008), « Feedback on Household Electricity Consumption: a Tool for Saving Energy? », *Energy Efficiency*, 1, 79-104. doi: 10.1007/s12053-008-9009-7
- Fogg B. J. (1999), « Persuasive Technologies », *Communications of the ACM*, 42(5), 26-29.
- Fogg B. J. (2003), *Persuasive Technology. Using Computers to Change What we Think and Do*, Amsterdam, Morgan Kaufmann.
- Fogg B. J., Cuellar G. & Danielson D. (2009), « Motivating, Influencing, and Persuading Users: an Introduction to Captology », in A. Sears & J. A. Jacko (éds.), *Human-Computer Interaction. Fundamentals*, London, CRC Press, Taylor & Francis Group, p. 109-122.
- Fogg B. J. & Eckles D. (eds.). (2007), *Mobile Persuasion. 20 Perspectives on the Future of Behavior Change*, Stanford, CA, Stanford Captology Media.
- Foster D., Lawson S., Blythe M. & Cairns P. (2010), « Mattsup?: Motivating Reductions in Domestic Energy Consumption Using Social Networks », in *NordiCHI'2010: Proceedings of the 6th Nordic Conference on Human-Computer Interaction* (October 16-20, 2010, Reykjavik, Iceland) (p. 178-187), New York, ACM.
- Foster D., Lawson S. & Linehan C. (2011, 2nd Quarter), « Persuasion Invasion. Using Facebook for Behavioral Change », *User Experience*, 10, 8-10.
- Gallagher K. S. & Muehlegger E. (2011), « Giving Green to Get Green? Incentives and Consumer Adoption of Hybrid Vehicle Technology », *Journal of Environmental Economics and Management*, 61, 1-15. doi: 10.1016/j.jeem.2010.05.004
- Gardner G. T. & Stern P. C. (2008), « The Short List: most Effective Actions US Households Can Take to Limit Climate Change », *Environment*, 50(5), 12-24.
- Gaudin S. (2006), « More than Half of All Business PCs Can't Run Vista, Survey Says », *Information Week* (12/06), Retrieved from <http://www.informationweek.com/news/196601990>
- Geller E. S., Winett R. A. & Everett P. B. (1982), *Preserving the Environment: New Strategies for Behavior Change*, New York, Pergamon Press.
- Gifford R. (2011), « The Dragons of Inaction: Psychological Barriers that Limit Climate Change Mitigation and Adaptation », *The American Psychologist*, 66, 290-302. doi: 10.1037/a0023566
- Goodman E. (2009), « Three Environmental Discourses in Human-Computer Interaction », in D. R. Olsen, Jr. & R. B. Arthur (eds.), *Proceedings of the*

- 27th International Conference Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems (Boston, MA, USA, April 04-09), New York, ACM, p. 2535-2544.
- Gustafsson A., & Gyllenswärd M. (2005). The power-aware cord: energy awareness through ambient information display. In G. van der Veer (Ed.), *CHI'05 extended abstracts on Human Factors in Computing Systems (April 2-7, Portland, Oregon, USA)* (pp. 1423-1426). New York: ACM.
- Gyllenswärd M., Gustafsson A. & Bång M. (2006), « Visualising Energy Consumption of Radiators », in W. Ijsselstein, Y. de Kort, C. Midden, B. Eggen & E. Van den Hoven (eds.), *Persuasive 2006, LNCS 3962*, Berlin, Springer-Verlag, p. 167-170.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (2007), *Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment* [Core Writing Team, Pachauri R. K and Reisinger A. (eds.)], Geneva, Switzerland, p. 104.
- Layng T. V. J. (2010), « Buying Green », *The Behavior Analyst*, 33, 175-177.
- Maibach E., Roser-Renouf C. & Leiserowitz A. (2009), « Global Warming's Six Americas 2009: an Audience Segmentation Analysis », *Yale Project on Climate Change*, George Mason University, Center for Climate Change Communication, p. 131.
- Maibach E. W., Leiserowitz A., Roser-Renouf C. & Mertz C. K. (2011), « Identifying Like-Minded Audiences for Global Warming Public Engagement Campaigns: an Audience Segmentation Analysis and Tool Development », *PLoS ONE*, 6(3: e17571). doi: 10.1371/journal.pone.0017571
- Malott R. W. (2010), « I'll Save the World from Global Warming – Tomorrow: Using Procrastination Management to Combat Global Warming », *The Behavior Analyst*, 33, 179-180.
- McCalley L. & Midden C. (1998), « Computer Based Systems in Household Appliances: the Study of Eco-Feedback as a Tool for Increasing Conservation Behavior », in *APCHI '98. Proceedings of the Third Asian Pacific Computer and Human Interaction* (Kangawa, Japan, July 15-17), Washington, DC, IEEE Computer Society, p. 344.
- McCalley T., Kaiser F., Midden C., Keser M. & Teunissen M. (2006), « Persuasive Appliances: Goal Priming and Behavioral Response to Product-Integrated Energy Feedback », in W. Ijsselstein & et al. (eds.), *PERSUASIVE 2006, Persuasive Technology. First International Conference on Persuasive Technology for Human Well-Being* (Eindhoven, The Netherlands, May 18-19), Berlin, Springer-Verlag, p. 39-44.
- Neuringer A. & Oleson K. C. (2010), « Helping for Change », *The Behavior Analyst*, 33, 181-184.
- Pritchard J. (2010), « Virtual Rewards for Driving Green », *The Behavior Analyst*, 33, 185-187.
- Romero R. L. & Fuller T. (2003), « User-Centered Design in Games », in J. A. Jacko & A. Sears (eds.), *The Human-Computer Interaction Handbook*, Mahwah, NJ, Lawrence Erlbaum, p. 883-906.
- Schmuck P. & Vlek C. (2003), « Psychologists Can Do much to Support Sustainable Development », *European Psychologist*, 8(2), 66-76. doi: 10.1027//1016-9040.8.2.66
- Schultz P. W., Khazian A. & Zaleski A. (2008), « Using Normative Social Influence to Promote Conservation among Hotel Guests », *Social Influence*, 3, 4-23. doi: 10.1080/15534510701755614
- Schultz P. W., Nolan J. M., Cialdini R. B., Goldstein N. J. & Griskevicius V. (2007), « The Constructive, Destructive, and Reconstructive Power of Social Norms », *Psychological Science*, 18, 429-434. doi: 10.1111/j.1467-9280.2007.01917.x
- Skinner B. F. (1987), « Why we Are not Acting to Save the World », in B. F. Skinner (ed.), *Upon Further Reflection*, Englewood Cliffs, NJ, Prentice Hall, p. 1-14.

- Stern P. C. (2011), « Contributions of Psychology to Limit Climate Change », *American Psychologist*, 66(4), 303-314. doi: 10.1037/a0023235
- Stern P. C., Gardner G. T., Vandenbergh M. P., Dietz T. & Gilligan J. M. (2010), « Design Principles for Carbon Emissions Reduction Programs », *Environmental Science & Technology*, 44, 4847-4848. doi: 10.1021/es100896p
- Thompson L. G. (2010), « Climate Change: the Evidence and Our Options », *The Behavior Analyst*, 33, 153-170.
- Van Houten R. & Nau P. A. (1981), « A Comparison of the Effects of Posted Feedback and Increased Police Surveillance on Highway Speeding », *Journal of Applied Behavior Analysis*, 14, 261-271.
- Van Houten R. & Nau P. A. (1983), « Feedback Interventions and Driving Speed: a Parametric and Comparative Analysis », *Journal of Applied Behavior Analysis*, 16, 253-281.
- Van Houten R., Nau P. A. & Marini Z. (1980), « An Analysis of Public Posting in Reducing Speeding Behavior on an Urban Highway », *Journal of Applied Behavior Analysis*, 13, 383-395.
- Weiss K. & Girandola F. (éds.). (2010), *Psychologie et développement durable*, Paris, Éditions In Press.

RÉSUMÉ

La modification des comportements de consommation d'énergie semble désormais la solution privilégiée pour freiner le réchauffement climatique, compte tenu de l'urgence de la situation. Mais la modification de ces comportements n'est pas chose facile. Si la psychologie a permis de comprendre les réactions des gens face au réchauffement climatique et d'identifier les barrières aux changements, elle a aussi mis en place des programmes d'intervention et évalué leurs impacts. Ce faisant, la psychologie et ses sous-disciplines se sont rendu compte de la nécessité d'une approche multidisciplinaire et notamment de l'importance des technologies de l'information et du divertissement. Cet article présente quelques-unes des recherches réalisées en psychologie et en interaction humain-ordinateur pour solutionner ce problème et discute de la nécessité d'une meilleure articulation de ces deux disciplines.

Mots-clés : Réchauffement climatique, Consommation d'énergie, Changement comportemental, Psychologie ergonomique, Interaction humain-machine, Jeux vidéo.

Manuscrit reçu : juin 2011

Accepté par M. Wolff après révision : octobre 2011