

Acceptabilité des automatismes pour le contrôle thermique de l'habitat

Audrey Bona¹, Damien Doucet², Eric Ferreri¹, Brice Ramarohetra², Jean-Marc Salotti¹

¹ Laboratoire IMS, UMR CNRS 5218, Bordeaux

² Ecole Nationale Supérieure de Cognitique, Bordeaux

audrey.bona@ensc.fr, damien.doucet@ensc.fr, eric.ferreri@ensc.fr,
brice.ramarohetra@ensc.fr, jean-marc.salotti@ensc.fr

RESUME. Une étude a été menée sur l'acceptabilité des systèmes automatisés de l'habitat. Trois systèmes automatisés ont été étudiés en particulier : le chauffage, l'ouverture et fermeture des volets et la ventilation. Un questionnaire a été réalisé et des résultats préliminaires d'enquête ont été obtenus. Les questions abordées concernent l'utilisation propre du système (mise en route, mode de fonctionnement, type d'automatisation), la satisfaction vis-à-vis de ses fonctionnalités et de son utilisation quotidienne mais aussi sur la volonté de l'utilisateur de modifier ou améliorer l'automatisation des systèmes. Les résultats partiels montrent que l'acceptabilité est bonne mais que de nombreuses difficultés sont rencontrées par les usagers. Un parallèle est effectué avec les systèmes de gestion support vie dans le domaine spatial. Les contraintes du spatial ont conduit à des principes de mise en œuvre très stricts (par exemple la possibilité de passer en contrôle manuel) dont on pourrait s'inspirer pour les automatismes de l'habitat terrestre.

MOTS-CLÉS : Automatisation, acceptabilité, habitat spatial.

ABSTRACT. A study has been conducted on the acceptability of automation at home. Three automatized systems have been examined: heat control, opening and closure of shutters, air ventilation. A questionnaire has been elaborated and some preliminary results have been obtained. The questions concerned the use of the systems (starting, functioning modes, automation category), satisfaction of users and willingness to change the systems. Partial results show that the acceptability of automation is good but that numerous difficulties are encountered by users. A parallel is proposed with the automated life support systems used in the space domain. The constraints of space have led to very strict principles (possible manual control for instance) that may inspire building supervisors for the design of terrestrial habitats.

KEYWORDS : automation, acceptability, space habitat.

1. INTRODUCTION

L'éco-construction est un enjeu majeur de notre société. Les objectifs de performance sont de plus en plus élevés en termes de consommations (énergie, eau) mais aussi de confort de l'habitat. Une des solutions techniques souvent proposée est la régulation automatique des systèmes de la maison. Cependant, un tel changement des systèmes de l'habitat n'est pas toujours bien accepté par l'utilisateur. Certains sont par exemple amenés à désactiver ces systèmes pour convenance personnelle, avec parfois la conséquence d'un profond décalage entre la consommation espérée à la conception de l'habitat et la consommation observée. L'acceptabilité de ces systèmes automatisés représente ainsi un enjeu majeur de l'éco-construction.

Pour tenter de mieux comprendre les difficultés rencontrées par les usagers et les raisons du manque d'acceptabilité des systèmes automatisés, nous avons mené une réflexion complétée d'une

courte enquête dans le cadre d'un projet d'étudiants de l'Ecole Nationale Supérieure de Cognitique. Nous nous sommes focalisés sur trois systèmes automatisés : le chauffage, la gestion des volets et la ventilation. Dans un premier temps, nous présentons la problématique générale de l'automatisation des systèmes de l'habitat et du comportement des usagers vis-à-vis de ces systèmes, puis nous décrivons l'enquête qui a été menée et les résultats obtenus. Cette problématique est ensuite approfondie en effectuant un parallèle avec les systèmes automatisés utilisés pour le support vie de l'habitat spatial, par exemple celui de la station spatiale internationale. Ce parallèle est intéressant, car les contraintes du spatial obligent à des contraintes de conception très fortes facilitant l'interaction avec les usagers et l'acceptabilité des automatismes.

2. ROLE ET ENJEU DE L'AUTOMATISATION DE L'HABITAT

Pour anticiper les conséquences du non-respect des performances énergétiques visées dues pour partie aux actions inadaptées des usagers, de plus en plus d'études sont menées dans le but de mettre en place des solutions visant à faire évoluer les comportements des usagers des bâtiments écologiques.

Cependant, de nombreux facteurs influençant l'adoption de nouveaux comportements sont à prendre en compte dans la mise en place de solutions adaptées (Fabi et al. 2012). Les actions écologiques sont perçues comme de nouvelles contraintes et les représentations qu'en ont les usagers sont souvent liées au manque de confort. Tout usager d'un habitat a développé des routines et habitudes qu'il juge efficaces dans son précédent habitat de vie, mais elles peuvent s'avérer inadaptées au nouvel environnement, déterminé par des conditions originales. L'évolution de ces habitudes vers de nouvelles, plus adaptées aux habitats écologiques, demande un effort cognitif important, et rend donc la tâche plus difficile.

Ainsi, plusieurs démarches sont initiées par les constructeurs, proposant ainsi une automatisation des habitats dans le but de réduire l'impact négatif du comportement des usagers sur la consommation énergétique.

La majorité des solutions technologiques proposées, thermostats programmables, systèmes de ventilation... nécessitent d'être programmés par les usagers et sont donc perçus comme de nouvelles contraintes auxquelles l'utilisateur doit faire face sans aucun accompagnement. En effet, des guides d'usage des bâtiments sont fournis aux usagers à leur entrée dans leur logement mais plusieurs études ont montré qu'ils ne sont en général pas lus (Wright 1988, Boekelder et Steehouder 1998).

De nouveaux systèmes ont donc été mis en place visant à gérer principalement la ventilation, le chauffage et l'éclairage de l'habitat ; ces nouveaux systèmes sont qualifiés « d'adaptés » aux habitants car ils ne nécessitent aucune programmation préalable, ils « apprennent » et se régulent en observant le comportement des usagers au quotidien (Sheikholeslami et al. 2006, Lindelöf, Malik 2013).

L'essor de tels systèmes soulèvent des questions liées à leur acceptabilité par les usagers. En effet, l'habitat reste un espace personnel dans lequel l'utilisateur ne veut pas être davantage contraint et sur lequel il peut garder le contrôle ; de fait, ces systèmes peuvent être perçus comme invasifs et trop complexes. Certains bailleurs mènent des études visant à redonner le contrôle à l'utilisateur en le rendant davantage acteur de son habitat par le retour à une ventilation naturelle par exemple.

3. ENQUETE SUR L'ACCEPTABILITE

3.1. OBJECTIFS

L'objectif de l'enquête est d'aider à déterminer en quelle mesure les systèmes automatiques de l'habitat sont acceptés, compris, utilisés avec efficacité et répondent aux besoins fonctionnels de l'utilisateur, avec une ergonomie satisfaisante. Il existe potentiellement un très grand nombre de systèmes automatiques. L'étude a été restreinte aux systèmes ayant un lien avec le contrôle thermique de l'habitat. Il s'agit du système de chauffage, du système d'ouverture et fermeture des volets et de celui de la ventilation.

3.2. METHODE

L'enquête a été menée sans poser d'hypothèse particulière sur le choix et l'acceptabilité des systèmes. De nombreuses questions étaient donc ouvertes afin d'obtenir des informations qualitatives. Le public visé était l'habitant propriétaire en zone résidentielle urbaine. L'étude étant réalisée dans le cadre d'un projet d'étudiants relativement court, nous avons décidé de ne pas discerner les catégories sociales des habitants, leur âge, le nombre d'occupants, ou les spécificités des maisons.

Pouvez-vous décrire votre système de chauffage ?
Êtes-vous satisfait de ce système automatisé ?
Que pensez-vous du prix de ce système ?
Pensez-vous que ce système permette d'économiser de l'énergie ?
Ce système augmente-t-il le confort de votre habitat ?
Savez-vous comment fonctionne ce système ? Si oui, pouvez-vous l'expliquer brièvement ?
Savez-vous comment désactiver ce système ? Si oui, combien de temps en moyenne cela vous prend-il ?
Souhaiteriez-vous modifier la programmation de votre système ?
Pouvez-vous passer votre système en mode "manuel" ?
Souhaiteriez-vous remplacer votre système ?
Pensez-vous qu'il est important de disposer d'un moyen de chauffage secondaire (type cheminée) ?

Tableau 1 : Liste des questions associées au système automatique de chauffage.

Les questions posées ont concerné trois types de système automatique :

- Le chauffage : il s'agissait dans un premier temps de définir le type de chauffage utilisé, puis de caractériser le système automatique, typiquement un thermostat central programmable.

- Les volets : certaines maisons étaient dotées d'un système de fermeture et ouverture automatique.
- La ventilation : plusieurs systèmes sont classiquement rencontrés, des VMC simples déclenchées par des capteurs de présence ou hygrométriques, ou des VMC à double flux.

Pour chacun des systèmes rencontrés, nous avons posé de nombreuses questions concernant les usages et l'acceptabilité. Les questions étant presque identiques dans les trois cas, nous ne présentons dans le tableau 1 que celles qui concernent le chauffage.

3.3. RESULTATS

Les étudiants n'ont pu obtenir que 25 réponses, tout système confondu. L'échantillon relativement faible dont nous disposons nous permet néanmoins de réaliser une analyse descriptive et d'en dégager, avec les précautions qui s'imposent, quelques idées importantes. Les résultats les plus intéressants concernent le système automatique de chauffage avec 11 réponses associées à l'utilisation d'un thermostat programmable, généralement au jour et à l'heure près, avec différents modes. Seules les réponses apportées dans ce contexte sont présentées et analysées dans cet article. Voir les figures 1, 2, 3, 4 et 5 pour les résultats les plus marquants. La synthèse est la suivante :

- Globalement, les usagers sont plutôt satisfaits de leur système automatique de chauffage. L'acceptabilité est donc bonne.
- De façon peut-être surprenante, ils considèrent que le thermostat programmable ne permet pas une économie d'énergie significative, mais apporte en revanche un confort dans la gestion thermique de l'habitat.
- En général, ils ne comprennent pas très bien le fonctionnement général du système de chauffage et ils ont des difficultés à programmer le thermostat.

Êtes-vous satisfait de ce système automatisé ?

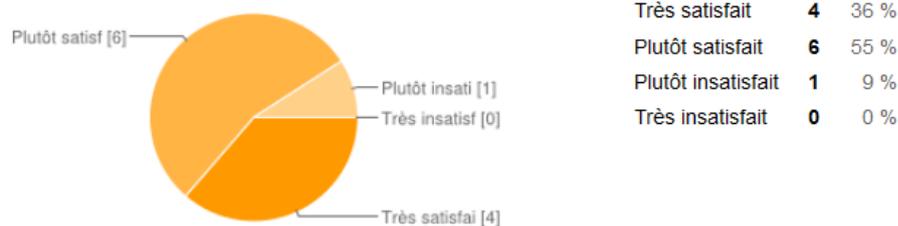
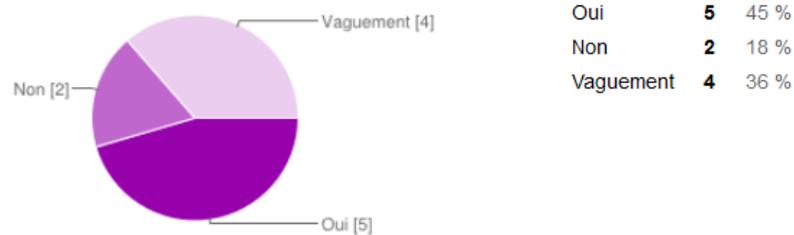
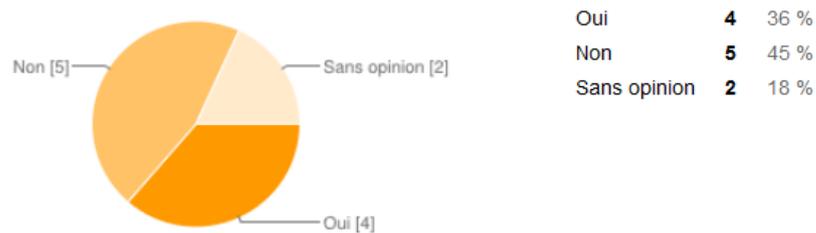


Figure 1: Résultat concernant la satisfaction du système automatique de chauffage

Pensez-vous que ce système permette d'économiser de l'énergie ?



Figure 2 : Perception de l'utilisateur relativement aux économies d'énergie.

Ce système augmente-t'il le confort de votre habitat ?*Figure 3 : Perception de l'utilisateur relativement au confort apporté.***Savez-vous comment fonctionne ce système ?***Figure 4 : Compréhension du fonctionnement du contrôle du chauffage.***Souhaitez-vous modifier la programmation de votre système ?***Figure 5 : Problème de réglage du thermostat.*

4. DISCUSSION

4.1. SYSTEMES SUPPORT VIE DE L'HABITAT SPATIAL

Il nous apparaît intéressant d'effectuer un parallèle avec ce qui se fait dans le domaine de l'habitat spatial. L'histoire du spatial habité a en effet conduit les agences spatiales à définir des principes très stricts de conception pour les vols habités ("Human Rating Certification"), avec plusieurs recommandations fondamentales (O'Connor 2011) :

- Redondance des systèmes : les systèmes support vie, permettant notamment la gestion de l'air (température, pression, taux de dioxyde carbone, particules, hygrométrie, etc.), la gestion de l'eau et la gestion thermique et énergétique de l'habitat doivent être résistants à la double panne.
- Information des astronautes : il est requis d'informer en temps réel les astronautes de l'état exact de tous les systèmes support vie.
- Automatisation : les systèmes de contrôle automatique doivent pouvoir être désactivés et autoriser un passage en mode manuel. A plusieurs reprises, c'est en effet le passage en mode manuel qui a permis la survie de l'équipage (Apollo 13 par exemple).

- Interactions : tous les moyens utiles doivent être donnés aux astronautes afin d'assurer la maintenance des systèmes, les réparer, voire les reprogrammer.

4.2. DU SPATIAL A L'HABITAT TERRESTRE

Ces principes forts peuvent-ils être appliqués à l'habitat terrestre ? Comme nous l'avons vu dans les résultats de l'enquête, une des difficultés rencontrées dans l'automatisation des systèmes de l'habitat est la compréhension des mécanismes physiques qui sous-tendent le fonctionnement du thermostat et du système de chauffage. Par exemple, lorsque l'utilisateur tourne le bouton du thermostat pour augmenter la température, il est difficile de prédire l'évolution de la température dans les heures qui suivent. Plusieurs raisons peuvent expliquer cette difficulté. L'inertie thermique de la maison peut retarder le réchauffement, ou inversement, si la programmation du thermostat avait déjà déclenché le chauffage, le réchauffement était en cours et l'action de l'utilisateur peut alors conduire à des températures excessives assez rapidement. D'autre part, le fonctionnement du chauffage n'est pas toujours bien compris. En particulier, lorsque l'utilisateur désire une augmentation rapide de la température, il peut être tenté de régler le thermostat sur une température bien supérieure à celle qu'il souhaite, avec l'espoir illusoire que l'évolution sera plus rapide. Alors que dans le domaine spatial on apprend aux astronautes le fonctionnement détaillé des systèmes et le réglage des paramètres, l'utilisateur terrestre manque d'information sur le fonctionnement du système de chauffage et sur l'impact thermique des différents réglages. Les explications fournies par les notices d'utilisation concernent les fonctions générales associées à chaque bouton, mais ne permettent pas à l'utilisateur de comprendre les mécanismes physiques qui sont concernés. Pour pouvoir être plus efficace, plutôt que d'informer simplement sur les fonctionnalités, il faudrait conseiller l'utilisateur. Cela peut se faire par des conseils généraux d'utilisation placés dans les notices, mais les études sur les usages montrent que peu de gens y prêtent attention. Une alternative est alors de conseiller l'utilisateur par le biais d'une interface domotique intelligente reliée à des capteurs de température et aux systèmes de chauffage. Si l'utilisateur souhaite augmenter la température alors qu'un réchauffement est en cours, le système doit en informer ce dernier et suggérer qu'il n'y a aucune action complémentaire à effectuer, sauf peut-être reprogrammer le démarrage du chauffage un peu plus tôt pour les jours suivants. L'information manquante est ainsi divulguée de manière opportune.

Une autre recommandation intéressante concerne le passage en mode manuel. Sur tous les thermostats il est possible de revenir à un réglage manuel. Toutefois, il n'est pas toujours possible de le shunter totalement. Si celui-ci subit une détérioration ou est défectueux, il y a un risque de perte totale du contrôle thermique de la maison. Un problème similaire existe avec les volets dont la commande est électrique : si le bouton de commande ou le moteur électrique est défectueux, les volets ne peuvent plus être ouverts ou fermés, selon le cas (remarques effectuées dans le cadre de notre enquête). Dans le spatial, ce problème n'existe pas car tous les systèmes sont redondants et offrent pour la plupart une commande manuelle de secours.

Enfin, plusieurs utilisateurs ont manifesté le souhait d'avoir un système plus ergonomique et avec d'autres fonctionnalités pour permettre une programmation plus adaptée à leurs besoins. La possibilité de reprogrammer le système (changement de logiciel sans nécessairement changer de matériel), recommandée dans le domaine spatial, est également une idée qui mérite d'être creusée, mais il faudrait pour cela adopter des normes permettant une plus grande interchangeabilité.

5. CONCLUSION

Cette étude a permis de comprendre un peu mieux la problématique de l'automatisation des systèmes de l'habitat et leur acceptabilité. Elle reste néanmoins insuffisante de par le faible nombre de cas étudiés.

Les perspectives de ces travaux sont multiples. Nous envisageons de procéder à une nouvelle enquête en réorientant certaines questions qui n'étaient pas assez explicites. Le passage "en mode manuel", par exemple, est quelque peu ambigu, car il y a presque toujours une action manuelle dans la commande d'un système automatique et l'utilisateur ne perçoit pas toujours l'existence de l'ensemble des sous-systèmes qu'il pourrait commander.

Le parallèle avec les systèmes utilisés dans le monde du spatial habité mérite également d'être approfondi, par exemple au niveau de la programmation ou reprogrammation des automatismes. On peut noter que des études concernant les interfaces et les procédures de reprogrammation sont précisément en cours dans ce domaine (Schreckenghost 2014).

6. BIBLIOGRAPHIE

- Boekelder, A. and Steehouder, M. 1998. « Switching from instructions to equipment: The effect of graphic design ». Chap. 4, pp.67-73.
- Fabi, V., Andersen, R.V., Corgnati, S. and Olesen, B. W. 2012. « Occupants' window opening behaviour: A literature review of factors influencing occupant behaviour and models ». *Building and Environment*, 58, 188–198. 2012.
- Lindelöf, Malik. 2013. « Amélioration du système de régulation de température du chauffage d'un immeuble ». Brevet WO 2013104948 A1, Déposant Neurobat AG. Site web : <http://patentscope.wipo.int/search/en/WO2013104948>
- O'Connor, Bryan. 2011. *Human-Rating Requirements for Space Systems*, (Report NASA/NPR 8705.2B), Office and Safety of Mission Insurance, NASA Procedural Requirements, NASA Goddard Space Flight Center.
- Schreckenghost, D., Milam, T. and Billman D., «Human Performance with procedure automation to manage spacecraft systems », proceedings of the IEEE Aerospace Conference, Big Sky, Montana (USA), March 1-8, 2014.
- Sheikholeslami, N., Shahmirzadi, D., Semsar, E., Lucas, C. and Yazdanpanah, M. J.. 2006. «Applying brain emotional learning algorithm for multivariable control of HVAC systems». *Journal of Intelligent and Fuzzy Systems*, 17, pp.35-46.
- Wright, P. 1989. « The need for theories of NOT reading: some psychological aspects of the human computer interface.». In B.A.G. Elsendoorn and H. Bouma (Eds), *Working Models of Human Perception*, pp. 319–340. London: Academic Press..