



Développement durable et territoires

Économie, géographie, politique, droit, sociologie

Vol. 8, n°2 | Juillet 2017

Lutte contre le changement climatique et maîtrise de la demande d'énergie

Prise en compte de l'occupant dans une démarche interdisciplinaire de réhabilitation durable

Focus sur la perception du confort thermique dans l'habitat social

Interdisciplinary approach of sustainable rehabilitation taking into account householders:

Focus on the thermic comfort perception in social housing

Maxime Quentin, Éric Henry et Patrizia Laudati



Éditeur

Réseau « Développement durable et territoires fragiles »

Édition électronique

URL : <http://developpementdurable.revues.org/11744>

DOI : 10.4000/developpementdurable.11744

DOI : 10.4000/developpementdurable.11744

ISSN : 1772-9971

Référence électronique

Maxime Quentin, Éric Henry et Patrizia Laudati, « Prise en compte de l'occupant dans une démarche interdisciplinaire de réhabilitation durable », *Développement durable et territoires* [En ligne], Vol. 8, n° 2 | Juillet 2017, mis en ligne le 28 juillet 2017, consulté le 31 août 2017. URL : <http://developpementdurable.revues.org/11744> ; DOI : 10.4000/developpementdurable.11744

Ce document a été généré automatiquement le 31 août 2017.



Développement Durable et Territoires est mis à disposition selon les termes de la licence Creative Commons Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale 4.0 International.

Prise en compte de l'occupant dans une démarche interdisciplinaire de réhabilitation durable

Focus sur la perception du confort thermique dans l'habitat social

Interdisciplinary approach of sustainable rehabilitation taking into account householders:

Focus on the thermic comfort perception in social housing

Maxime Quentin, Éric Henry et Patrizia Laudati

1. Le contexte de la réhabilitation énergétique

- 1 Le bâtiment joue un rôle prépondérant dans les émissions de gaz à effet de serre et dans les consommations d'énergie. Ainsi, depuis quelques années déjà, plusieurs plans d'action ont vu le jour (agenda 21, charte de développement durable, plan climat...). Pour la région Nord-Pas de Calais, atteindre l'objectif de facteur 4 représente un réel défi. Marquée par l'industrie du XIX^e siècle, elle possède un parc de logements sociaux dégradé par le temps, en fort besoin de rénovation énergétique. La Région s'est alors engagée dans la mise en place de nombreuses démarches incitatives, comme peut en témoigner l'exemple du plan 100 000 logements. Dans ce cadre, notre contribution vise à apporter quelques éléments de réponse en termes d'amélioration des opérations de rénovation du bâti social en accompagnement de ces démarches. Cette contribution s'est concrétisée lors d'un projet de recherche interdisciplinaire, financé par l'ADEME (Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie) entre 2011 et 2014. Le thème principal concernait la rénovation énergétique du patrimoine social. L'acronyme SAPERLO du projet signifie Solutions adaptées pour la performance environnementale en rénovation des logements ouvriers. Dans l'article, nous développons un des aspects du projet qui a consisté à proposer une démarche de prise en compte de l'occupant dans une opération de réhabilitation durable.

- 2 Cette démarche a été à l'origine de l'élaboration d'un outil d'aide à la décision à destination des maîtres d'ouvrage et maîtres d'œuvre qui se concrétise par une plateforme qui est en cours de développement. À ce jour, seul le démonstrateur informatique est finalisé. La démarche sera donc présentée dans ses grandes lignes.

1.1. Une approche technocentrée des enjeux énergétiques : la réhabilitation en question

- 3 L'observation des pratiques des professionnels du bâtiment en matière de rénovation énergétique révèle que les usagers ne sont pas suffisamment pris en compte dans les études. En effet, quelques acteurs de la construction tels que l'architecte Ian Cooper (Cooper, 1982), le sociologue Philippe Dard (Dard, 1986) ou encore plus récemment l'anthropologue Hélène Subrémon (Subrémon, 2012) démontrent que le monde de la construction est monopolisé par les architectes et les ingénieurs du bâtiment.
- 4 Les modèles actuels « très technocentrés intègrent mal l'impact du comportement des occupants sur la performance énergétique. Pourtant, même dans des bâtiments très automatisés, l'occupation est une dimension constituante de la performance. Les professionnels du bâtiment (maîtres d'ouvrage, maîtres d'œuvre, AMO) sont démunis pour appréhender les aspects comportementaux de l'usage. Ils restent dans une conception qui considère la technique comme seule solution aux enjeux énergétiques et les occupants comme des individus indifférenciés sommés de se soumettre à de nouveaux modes d'emploi des bâtiments. Si cette approche architecturale s'avère peu efficace, c'est aussi parce qu'elle n'a pas (encore) adopté une démarche de conception assistée par l'usage, basée sur l'analyse des besoins et modes de vie des occupants » (Gournet et Beslay, 2015).
- 5 Les professionnels du bâtiment (maîtres d'ouvrage, maîtres d'œuvre, AMO) ont ainsi pour habitude d'utiliser majoritairement des critères techniques dans la prise de décision : seule la qualité intrinsèque du bâti (ses formes, sa structure, son organisation fonctionnelle) est analysée. « Les professionnels pensent concevoir un espace alors que, du point de vue des usages, il se passe autre chose » (Semmoud, 2008). En transposant cette affirmation à la rénovation énergétique, nous pouvons affirmer que les concepteurs pensent concevoir un espace confortable pour les usagers alors que ces derniers le perçoivent différemment. De ce fait, la qualité sensible de l'habitat, liée à la perception et à la représentation que les usagers s'en font, n'est pas abordée. Par exemple, les énergéticiens du bâtiment sont formés à mener des audits énergétiques, des études hygrothermiques, à mettre en place des stratégies d'intervention..., cependant la perception des usagers n'est pas intégrée à leurs démarches. L'intérêt pour les faits physiques relève du paradigme positiviste, souvent défini par l'adage : « Tout ce qui n'est pas directement mesurable n'existe pas. » Il existe ainsi d'une certaine manière un « angle mort » de la visée opérationnelle des acteurs de la réhabilitation.
- 6 Pour pallier l'insuffisance de ces pratiques, d'autres sociologues et anthropologues (Gournet et Beslay, 2015 ; Brisepierre, 2011 ; Maresca et Dujin, 2014 ; ou encore Zélem, 2008, etc.) proposent des pistes de réflexion et d'action pour prendre en compte les habitants en les rendant acteurs de leur cadre de vie, et en particulier pour améliorer la consommation énergétique de leur habitat. En reprenant la « théorie des échelles d'observation » de Desjeux (2002), on peut observer ces pistes de réflexion de l'échelle microscopique à l'échelle macroscopique.

- 7 À l'échelle microscopique, on peut citer l'approche par l'analyse organisationnelle de Brisepierre (2011) qu'il applique à la gestion du chauffage en HLM et à la rénovation énergétique en copropriété. Selon lui, cette analyse « *fait apparaître les conflits d'intérêts entre les acteurs professionnels au sujet des économies d'énergie. Une véritable réduction des consommations d'énergie devient possible quand les habitants ont la possibilité de participer aux choix collectifs concernant leur immeuble* » (Brisepierre, 2011).
- 8 À une échelle intermédiaire dite mésoscopique, l'approche sociotechnique utilise des théories et des grilles d'analyse pour mieux comprendre le lien entre les changements sociétaux, la construction sociale des systèmes techniques et les ruptures technologiques, ou la non-acceptation de certaines innovations. Une autre approche par les modes de vie (Maresca et Dujin, 2014 ; Douchet et Barry, 2015) consiste à confronter les innovations techniques par l'évolution des pratiques sociales. Cette dernière approche identifie aussi l'impact des campagnes de sensibilisation sur les stratégies d'économie des ménages.
- 9 À une échelle plus vaste, d'autres chercheurs cités par Zélem (2008) lors du colloque « *environnement et politique-s* » ont interrogé les modes de gouvernance. Leurs travaux se sont attachés à montrer que l'intervention de nouveaux acteurs (groupes sociaux, associations, groupes contestataires, lobbyistes...) sur les scènes politiques (tant internationales que locales) en matière de problèmes environnementaux ne peut être efficace que s'il y a changement des processus de traduction politique des enjeux écologiques et amélioration de l'efficacité des instruments des politiques publiques.

1.2. Une autre piste : la démarche du projet SAPERLO

- 10 L'objectif du projet SAPERLO a été l'élaboration d'un protocole d'évaluation des critères techniques et comportementaux pour la gestion intégrée de la réhabilitation énergétique et durable de logements ouvriers. Ce projet propose des méthodes et des outils permettant à tout porteur de projet de réhabilitation de mettre en œuvre de manière optimale les principes de la qualité environnementale, au travers d'une Solution technique adaptable (STA) ; cette solution s'inspire de la STU¹ (Solution technique universelle).
- 11 Au regard de la surreprésentation du parc de logements sociaux en région Nord-Pas-de-Calais, de son ancienneté et de son état, et surtout de la situation socio-économique du territoire ainsi que des ressources limitées des collectivités locales, la question de la rénovation thermique se pose avec acuité. Le projet SAPERLO entend contribuer à la généralisation des techniques de rénovation en basse consommation d'ici 2020.
- 12 Développé depuis 2011, le projet a été porté par un consortium de recherche formé par l'Agence de développement et d'urbanisme de la Sambre, de l'université de Valenciennes et du Hainaut Cambrésis, de l'école des ingénieurs de la Ville de Paris, mais également par la structure Création et développement des éco-entreprises (CD2E), le groupe Sambre Avesnois Immobilier (SAI), la Caisse des Dépôts et Consignation et l'Agglomération Maubeuge Val de Sambre (AMVS). Y étaient également associés des chercheurs de l'université d'Artois ainsi que le bureau d'études SOLENER. Les compétences réunies au sein de l'équipe relèvent donc à la fois des sciences dites « dures », mais également des sciences humaines. C'est ce qui constitue l'originalité du projet, qui a donné lieu tant à des audits physiques sur des typologies d'habitat représentatives des quartiers d'habitat industriels qu'à des entretiens qualitatifs visant à déterminer des profils usagers.

- 13 Différentes méthodes ont été mises en place :
- une analyse typo-morphologique, pour déterminer les constantes constructives des logements ouvriers ;
 - une analyse d'impact environnemental des matériaux constitutifs de la typologie ;
 - un audit énergétique et environnemental d'un logement « test » de la typologie majoritaire pour déterminer une image énergétique de l'état initial du logement (selon deux méthodes de calculs : la méthode réglementaire qui se base sur le moteur de calcul THCE-ex et une méthode de calcul mensuelle) ;
 - des enquêtes de terrain auprès des occupants et des bailleurs sociaux, selon les principes de la méthode EBAHIE (Écoute des besoins et attentes et leur hiérarchisation) (Leleu-Merviel, 2008) ;
 - une analyse systémique pour la modélisation des informations permettant d'élaborer un outil d'aide à la conception et à la décision à l'usage des bailleurs sociaux.
- 14 L'équipe s'est attachée à établir le cahier des charges d'un outil d'aide à la décision pouvant faciliter la gestion patrimoniale et les démarches de réhabilitation du parc d'époque industriel en accentuant les postes d'intervention, au sens de la réglementation énergétique RT2012 : chauffage, éclairage, eau chaude sanitaire, refroidissement et auxiliaire.
- 15 Dans cet article, nous nous attachons à décrire la démarche de prise en compte de l'occupant dans l'amélioration des opérations de réhabilitation selon une approche interdisciplinaire. Prendre en compte l'occupant signifie pour nous le mettre au centre des préoccupations en objectivant sa perception en paramètres utilisables par les acteurs de la construction, mais aussi en le sensibilisant aux bonnes pratiques qui optimiseraient le fonctionnement de son logement. Nous avons fait le choix d'objectiver d'abord sa perception pour dégager des paramètres exploitables dans le processus de conception et de l'intégrer ultérieurement dans le processus de sensibilisation. En l'état actuel de nos travaux, seul le premier point a été suffisamment développé pour être évoqué.
- 16 La spécificité de l'approche SIC est l'étude des processus de communication, puis d'information relevant d'actions contextualisées, finalisées, prenant appui sur des techniques, sur des dispositifs, et participant de la médiation individu-habitat. Pour le point que nous souhaitons aborder, il s'agissait d'interpréter la perception du confort d'un profil majoritaire d'utilisateurs, par les méthodes SIC (Sciences de l'information et de la communication), et de les intégrer dans un processus construit sous l'angle technique (Science pour l'ingénieur).
- 17 Cela signifie tout d'abord s'intéresser au processus communicationnel de construction de sens lors de la mise en relation de l'individu avec son cadre de vie (perception du confort par l'occupant). Ensuite, les données de sémantisation ainsi dégagées (éléments de la réception) prennent tout leur sens (processus informationnel) lors de leur intégration aux dispositifs considérés : les outils de diagnostic d'une situation énergétique, comme nous le précisons par la suite.

1.3. Une approche compréhensive intégrée en réhabilitation

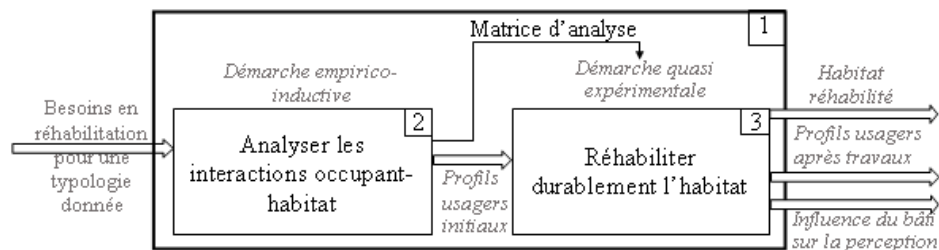
- 18 Notre contribution a eu pour objet d'appréhender la perception du confort du point de vue des usagers/occupants, et notamment le processus de construction de sens et d'appropriation de leur cadre de vie. C'est ce processus qui permet à l'utilisateur d'apprécier (ou pas) son environnement et d'en être plus ou moins satisfait, en influençant son action

(Bourdieu, 1980). La compréhension de ce processus permet de guider la recherche d'informations utiles aux acteurs intervenant sur le cadre de vie, en vue de satisfaire l'usager. Ainsi, les données recueillies, d'ordre plus qualitatif, sont d'abord pondérées et hiérarchisées, pour ensuite être intégrées dans les calculs techniques. L'objectif est d'accroître ensuite la qualité des opérations de réhabilitation à partir d'un diagnostic du cadre de vie et des interactions entre ce cadre de vie et l'occupant. Ce double diagnostic permet l'identification, puis la transcription des besoins subjectifs des usagers en critères utilisables par les décideurs.

- 19 Il est nécessaire de dépasser les aspects réglementaires (donc techniques) du confort pour s'intéresser à l'aspect perceptif et sensible (du point de vue des usagers) pour répondre au double aspect de la qualité : l'aspect technique (typologie, performance thermique/acoustique, organisation spatiofonctionnelle...) et l'aspect sensible (liée à l'appréciation personnelle et subjective du confort thermique, acoustique, visuel...).
- 20 Pour notre analyse, nous postulons qu'il ne faut pas juxtaposer les deux dimensions (technique et humaine), mais qu'il est plutôt nécessaire d'avoir une réelle approche interdisciplinaire qui articule des concepts, des hypothèses et des outils méthodologiques d'origine variée. Seul un changement de posture épistémologique des acteurs intervenant sur le cadre de vie, allant dans le sens de la prise en compte des usagers est susceptible de répondre aux enjeux du développement durable. Notre méthodologie s'appuie ainsi sur une approche compréhensive afin de mieux appréhender les éléments qui permettent aux usagers de s'approprier un espace dans lequel ils se sentent en situation de confort. Notre hypothèse est que ces éléments peuvent être réinvestis par les concepteurs lors de la réhabilitation pour améliorer cette situation. Nous avons alors été amenés à nous questionner sur la façon de rendre opérationnels les éléments dégagés à partir de la compréhension du processus de sémantisation du cadre de vie par l'usager. Pour cela, nous proposons une approche plurielle (Laudati, 2013) qui permet l'utilisation d'une démarche intégrée SIC-SPI.
- 21 La démarche intégrée proposée se décompose en deux temps, avec comme point d'entrée le besoin en réhabilitation d'un logement d'une typologie donnée (Figure 1).
- 22 Dans un premier temps, nous nous appuyons sur une démarche empirico-inductive (Courbet, 2010). Celle-ci nous permet, à travers l'analyse des interactions usagers-habitat (phase 1), de comprendre la perception des occupants des logements étudiés. Au travers de l'observation participante et d'entretiens, et en effectuant une analyse croisée de données techniques et de données usagers (perception + comportement), nous pouvons établir une matrice d'analyse et définir un profil majoritaire d'usagers qui va orienter les décisions en matière de réhabilitation. Nous décrivons cette phase dans la partie 2 de l'article.
- 23 Dans un second temps, nous utilisons une démarche quasi expérimentale in situ, basée sur la logique de la comparaison, pour analyser par simulations les effets des variables introduites. La démarche utilisée est quasi expérimentale, compte tenu de l'impossibilité d'avoir recours à un processus de sélection aléatoire des usagers et d'avoir le contrôle de l'ensemble des paramètres. Les variables correspondent aux changements introduits lors de la réhabilitation technique de l'habitat (phase 2). En plus du bâtiment réhabilité, nous obtenons en sortie de cette démarche intégrée les profils usagers après travaux présentant les changements de perception, ce qui nous permet de déterminer l'influence

du cadre de vie sur la perception de l'usager. Cette deuxième phase est développée dans la partie 3 de l'article.

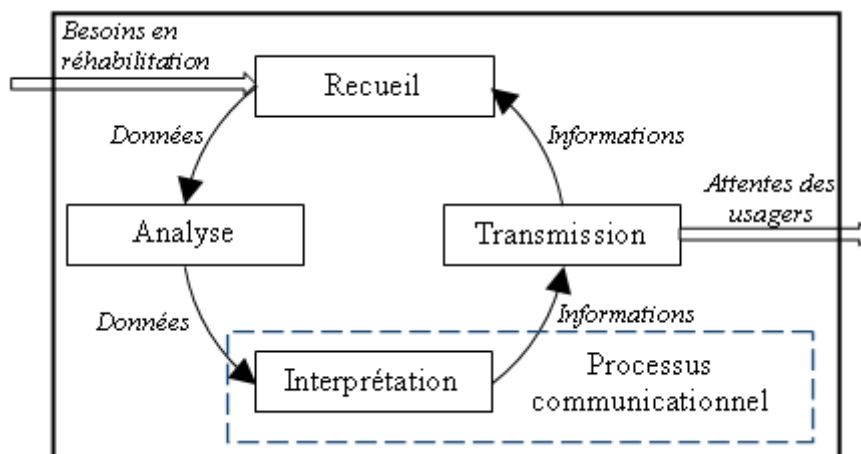
Figure 1. Démarche intégrée du processus de réhabilitation durable du patrimoine immobilier social



2. L'analyse des interactions usager-habitat : classement des attentes

- 24 Dans une première étape, nous souhaitons comprendre le processus de construction de sens de l'environnement bâti par l'usager en vue d'identifier ses attentes. Ensuite, dans une deuxième étape, afin de généraliser les techniques de rénovation en basse consommation appliquées au logement social, le but est d'objectiver les données usagers pour les transformer en informations utiles.
- 25 Afin d'identifier les attentes des occupants, il est nécessaire de réaliser un recueil de données et d'en effectuer le traitement. Dans toutes les méthodes, approches et techniques utilisées en sciences humaines et sociales, en s'inspirant de Jean-Marie De Ketele et de Xavier Roegiers (De Ketele & Roegiers, 1996), d'Alex Mucchielli (Mucchielli, 2009) il est possible de distinguer quatre temps dans ce processus : le recueil, l'analyse, l'interprétation et la transmission (Figure 2).

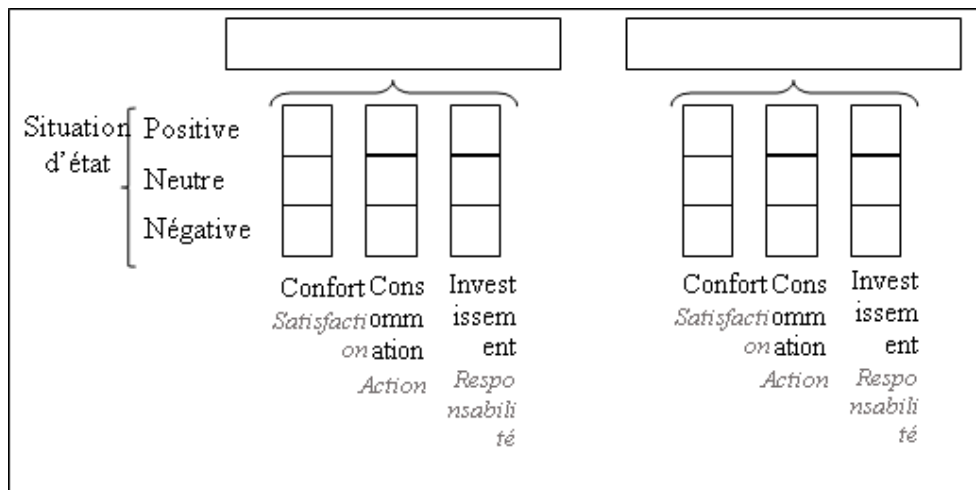
Figure 2. Les quatre temps du processus info-communicationnel



- 26 Le recueil a été effectué à travers des entretiens de type semi-directif, laissant place à une liberté de parole dans un cadre partiellement induit. Pour le choix de l'échantillon, comme l'ont démontré Griffin et Hauser (1991), au-delà de 21 personnes interviewées, l'apport des besoins révélés devient quasi inexistant.

- 27 En revanche, pour que les résultats soient significatifs, il est essentiel que la structure du panel de personnes interviewées soit représentative des occupants de ces logements dans cette zone géographique. La méthode empirique – échantillon par quotas – permet de s'assurer de cette représentativité. Celle-ci consiste à déterminer les propriétés de la population mère que l'on souhaite copier, puis de sa répartition suivant les critères choisis. Enfin, en multipliant les taux de chaque subdivision par le nombre total d'interviewés, on obtient les « quotas » à respecter pour chacune d'entre elles.
- 28 Afin d'extraire les éléments explicatifs à partir des données collectées, nous nous appuyons sur une méthode d'analyse sémantique de contenu. Elle consiste en un regroupement thématique des expressions/idées formulées similaires et/ou sémantiquement proches et, à partir de là, on en analyse le sens. À ce stade, on obtient une présentation structurée d'un point de vue sémantique, de « la voix des usagers » ; ce que nous avons traduit en trois classes d'attente : (i) le premier correspond au bien-être physiologique de l'occupant. Il est exprimé suivant les critères de confort thermique, acoustique, visuel et respiratoire. (ii) Le deuxième type d'attente concerne la réduction des factures énergétiques, ce qui veut dire un logement peu consommateur sur les cinq postes de consommation définis par la réglementation thermique 2012 (chauffage, éclairage, eau chaude sanitaire, refroidissement et auxiliaire). (iii) Enfin, le troisième type d'attente reflète l'investissement dans une démarche écologique et durable. Cette dernière est fonction de la connaissance de l'utilisateur/occupant et de sa volonté d'agir pour réduire son impact environnemental (Projet ADEME/Région SAPERLO, 2011-2014).
- 29 Pour appréhender la part objective et la part subjective des attentes, nous avons choisi d'utiliser deux grilles à renseigner de deux façons différentes. D'un côté, les concepteurs effectuent des mesures qui permettent de quantifier la réponse à des attentes d'un point de vue technique. D'un autre côté, nous demandons à l'utilisateur de se positionner, au moment de la mesure, sur une échelle de Likert allant de « faible » à « forte », ceci traduisant sa perception vis-à-vis de chaque attente. De ce fait, chacun des trois types d'attente est décomposé en une partie objective (grille mesure) et une partie subjective (grille perception).
- 30 La première étape nous a permis de définir les trois types d'attente des occupants en termes de « confort », « consommation » et « investissement », sur la grille mesure et sur la grille perception. La seconde étape consiste à fixer pour chaque type d'attente les seuils à partir desquels l'utilisateur est positionné dans un état plutôt qu'un autre. Un état caractérise une situation négative, neutre ou positive, évaluée par le diagnostiqueur (grille mesure) et ressentie par l'occupant (grille perception).

Figure 3. Matrice d'analyse de la qualité sensible de l'habitat

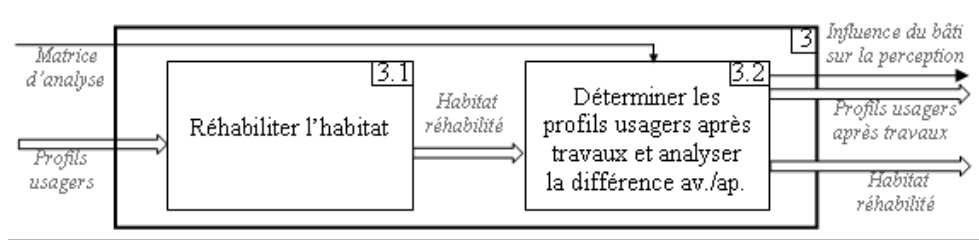


- 31 Nous avons au total trois colonnes par grille, chacune représentant un type d'attente (confort, consommations énergétiques et investissement de l'occupant dans une démarche durable). Chacune de ces attentes est évaluée par rapport à des critères : le « confort » par rapport au degré de satisfaction (insatisfait, neutre, satisfait) ; la « consommation » par rapport aux actions menées par l'occupant en vue des économies d'énergie (énergivore, neutre, économe) ; et l'« investissement » par rapport à un degré d'investissement fonction de sa connaissance et de sa volonté d'agir (spectateur, acteur, auteur). Chaque ligne correspond à une situation d'état. L'ensemble des deux grilles représente notre matrice d'analyse. Une fois remplies, nous obtenons les « profils usagers ».

3. Réhabilitation durable de l'habitat : analyse par simulations des effets des variables introduites

- 32 Pour connaître l'influence du cadre de vie sur l'utilisateur, il est nécessaire de mesurer l'évolution de la perception qu'en a l'utilisateur avant et après l'introduction d'au moins une variable. Pour cela, nous nous inspirons d'une démarche quasi expérimentale.
- 33 Celle-ci se décompose en deux sous-phases (Figure 4) :
- réhabilitation de l'habitat : en utilisant des prédictions sur l'impact que l'introduction des « nouvelles variables » (ex. : isolation, équipements...) aura sur la réhabilitation effectuée (sous-phase 2.1). Parmi ces prédictions (ex. : scénarios de réhabilitation thermique) sont choisies les plus compatibles avec le profil usager déterminé ;
 - détermination du profil usagers après travaux et analyse des différences avant/après travaux, en réutilisant la matrice d'analyse. Il est ainsi possible d'évaluer le profil des usagers après réhabilitation. Il s'agit d'une réactualisation du profil initial. L'analyse de la différence entre l'état initial et le bâtiment réhabilité permet d'appréhender l'influence qu'exerce le cadre de vie sur la perception d'un individu (usager/occupant) (sous-phase 2.2).

Figure 4. Démarche quasi expérimentale



- 34 Il est intéressant d'effectuer cette comparaison (avant/après), car elle nous renseigne sur le bien-fondé de la matrice d'analyse. En effet, si celle-ci a été correctement conçue, le profil usager doit correspondre à ce que nous attendions. Plus globalement, cela veut dire que la démarche fonctionne et valide de facto le protocole d'évaluation. Dans le cas contraire, cela veut dire qu'il y a une erreur dans le paramétrage des critères et seuils, et qu'il est nécessaire d'effectuer un correctif de l'outil d'analyse.
- 35 Dans tous les cas, ce retour d'expérience est utilisable lors d'une nouvelle opération de réhabilitation pour réévaluer par affinement les prédictions de l'impact qu'a l'introduction des « nouvelles variables » sur les profils usagers.

4. Exemple d'application de la démarche intégrée au confort thermique

- 36 Pour illustrer l'application concrète de la démarche, nous avons choisi de détailler un exemple facilement compréhensible pour les maîtres d'ouvrage des opérations de réhabilitation : la perception du confort thermique par l'occupant. Les résultats présentés proviennent d'expérimentations sur des logements d'un quartier de Maubeuge représentatifs d'une typologie majoritaire de logements ouvriers du secteur (Figure 5) et à partir d'interviews et questionnaires effectués sur un panel représentatif de la population locale.

Figure 5. Typologie étudiée dans le quartier de Maubeuge



4.1. Choix du panel

- 37 Dans une étude réalisée par le Centre de recherche pour l'étude et l'observation des conditions de vie (CREDOC) (Maresca et Dujin, 2014), une exploration de la consommation d'énergie a permis de dégager un certain nombre de paramètres. À partir de l'hypothèse que la consommation d'énergie n'est pas uniquement composée de facteurs techniques, mais résulte aussi de facteurs comportementaux, les chercheurs ont mis en place une grille d'analyse structurée en quatre ensembles de paramètres, liés :
- à la structure de l'habitat ;
 - au système énergétique ;
 - aux caractéristiques des ménages ;
 - au système de valeurs.
- 38 Dans notre cas d'étude, tous les paramètres de la structure de l'habitat ou du système énergétique sont attachés au bâti étudié (logement ouvrier) et sont par conséquent invariants (car même typologie d'étude). Certains paramètres liés aux caractéristiques des ménages, tels que l'implantation territoriale ou encore le capital économique, sont également invariants, car il s'agit d'un habitat à vocation sociale dans un quartier donné. Les paramètres que nous avons utilisés ont alors été l'âge, le sexe et la catégorie socioprofessionnelle.
- 39 Nous avons établi notre population mère à partir de la population des habitants de la ville de Maubeuge. Conformément à Griffin et Hauser (1991), notre panel est constitué de 21 personnes. La méthode des quotas fait que notre échantillon possède la même proportion suivant les trois paramètres utilisés. N'ayant pas connaissance d'une base de données exhaustive plus récente, nous nous sommes référés à la base de données de l'INSEE de 2006.

4.2. Détermination des seuils de confort thermique pour la typologie choisie

- 40 Depuis 2007, la performance énergétique (DPE, diagnostic de performance énergétique) est obligatoire pour les logements mis en location. Ainsi, lors d'une réhabilitation, le DPE doit être effectué. La méthode de calcul utilisée est théorique, telle que définie dans la réglementation. Elle se base sur un moteur de calcul (THCE-Ex) qui prend en compte cinq postes (chauffage, eau chaude sanitaire, refroidissement, éclairage et ventilation). Dans cette méthode, les scénarios d'occupation ne peuvent pas être modulés, le moteur de calcul fixe un mode d'occupation standard.
- 41 L'intérêt de cette méthode est qu'elle permet la comparaison avec d'autres logements semblables. Cependant, les résultats obtenus sont différents de la réalité, compte tenu de la diversité des usages dans un logement. Pour les logements audités, et suivant les méthodes de calcul, chaque logement consomme en moyenne théoriquement 389 KWhep/m²SHON.an. Dans un objectif de facteur 4, les scénarios de rénovation auront comme objectif d'avoir une consommation finale en dessous de 100 KWhep/m²SHON.an, ce qui équivaut à faire une rénovation labellisée « BBC » (Bâtiment basse consommation) en rénovation. Le but des scénarios est également d'améliorer, ou du moins de ne pas diminuer le confort des usagers.

- 42 Le confort thermique possède deux dimensions : une dimension objective dans la transformation des stimuli en sensations physiologiques, et une dimension subjective dans la perception de ces sensations. La partie objective permet de remplir la grille mesure et la partie subjective la grille perception.

4.2.1. La dimension objective du confort : la sensation thermique physiologique

- 43 Pour la partie objective, la sensation de confort est atteinte lorsqu'il y a équilibre thermique, c'est-à-dire lorsque la production de chaleur interne est égale (en valeur absolue) à la somme des transferts de chaleur entre le corps et son environnement. Concrètement, les variables nécessaires à l'évaluation de ce bilan sont le métabolisme M , la température de l'air T_{air} , l'humidité relative H_r , la vitesse de l'air V_{air} , le coefficient d'isolation thermique I_{cl} , la température moyenne de rayonnement et la mouillure cutanée ω (Lavoye *et al.*, 2015).
- 44 Dans la pratique, il existe un modèle théorique (la norme ISO7730) relatif à l'ambiance thermique, basé sur le modèle de Fanger, qui utilise des expressions empiriques des transferts de chaleur. Celui-ci permet de déterminer la température de confort de référence dite « idéale ». Ce modèle de calcul s'accompagne d'abaques aidant à définir les valeurs de certains paramètres et intégrant des valeurs empiriques de mouillure cutanée ω .
- 45 Dans les circonstances d'un habitat ouvrier dans le Nord, nous postulons que les usagers ont une activité légère et une tenue intérieure d'hiver (cas classique), définissant ainsi les valeurs du métabolisme M et du coefficient d'isolation thermique I_{cl} . L'audit énergétique mené dans le cadre du projet SAPERLO nous a par ailleurs permis d'obtenir l'humidité relative H_r ainsi que la vitesse de l'air V_{air} . Enfin, nous considérons que l'indicateur de la sensation de confort thermique est la température ressentie. Dans certains cas comme celui d'une habitation, la température ressentie (T_o) est sensiblement égale à la moyenne entre la température de l'air T_{air} et la température moyenne de rayonnement. Dans le cas où il n'est pas possible de mesurer la température de l'air, nous supposons que la température qu'affiche le thermostat, que l'on nomme température de consigne (T_c), est sensiblement équivalente à la température de l'air. Dans le cas où il n'est pas possible de mesurer la température moyenne de rayonnement, on peut la calculer en connaissant les caractéristiques constructives de l'habitat.

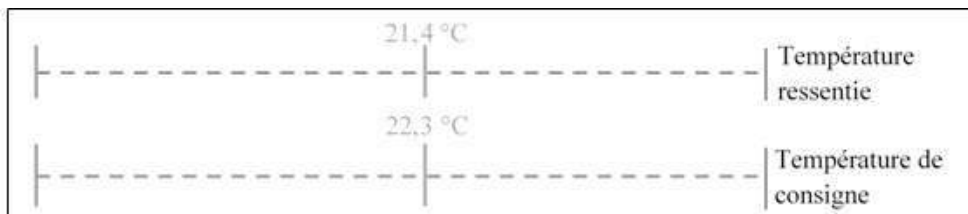
4.2.2. La partie subjective du confort : la sensation thermique perçue

- 46 À la sensation thermique physiologique, mesurable selon les paramètres vus précédemment, est associée une sensation thermique perçue. Alors même que nous nous trouvons dans un environnement commun, nous en avons une perception différente. Cette perception représente la partie subjective du confort. Afin de la déterminer, nous nous basons sur l'échelle de (Likert, 1932), utilisée en psychologie, sur laquelle l'interviewé exprime son degré d'accord vis-à-vis d'une affirmation. Par exemple, pour la satisfaction, l'interviewé se positionne sur une ligne allant de « non satisfait » à « satisfait ». Nous divisons ensuite cette ligne en trois parties égales, correspondant aux trois parties du volet satisfaction, et nous regardons dans quelle partie s'est positionné l'interviewé. Nous obtenons le profil perçu de l'utilisateur vis-à-vis de sa satisfaction.

4.2.3. Analyse croisée : méthodologie de calcul des seuils pour la colonne confort de la grille mesure

- 47 Pour la typologie d'habitat étudiée, la température ressentie idéale de confort donnée par le modèle de Fanger est ici de 21,4 °C, ce qui correspond par calcul à une température de consigne de 22,3 °C (Figure 6).

Figure 6. Températures idéales de confort (Fanger) pour la typologie étudiée



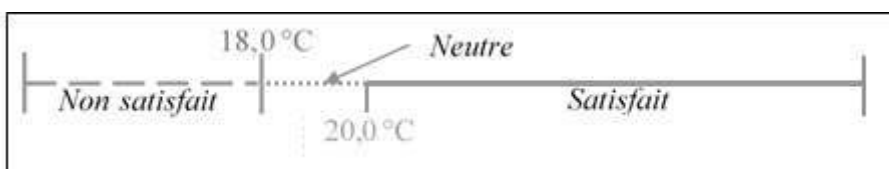
- 48 Dans notre cas d'étude, à partir de l'analyse croisée entre les températures de consigne (données techniques obtenues par mesure) et le niveau de satisfaction ressentie (données perçues obtenues par questionnaire), nous avons déduit que les usagers devraient percevoir leur confort thermique comme satisfaisant à partir d'une température de consigne d'au moins 20 °C (28,6 % de « satisfait »), on peut alors considérer la satisfaction s'étalant sur 2,3 °C autour de la température de consigne idéale de confort (22,3 °C). De la même manière, les usagers perçoivent leur confort thermique comme très insuffisant pour une température de consigne inférieure à 18 °C. Pour 18 et 19 °C, ils n'expriment ni satisfaction ni insatisfaction : leur perception est alors « neutre ».

Tableau 1. Pourcentage d'utilisateur en fonction de la température de consigne et du niveau de satisfaction

Niveau de satisfaction ressentie	Température de consigne								Total
	17 °C	18 °C	19 °C	20 °C	21 °C	22 °C	23 °C	25 °C	
Non satisfait	4,8 %				4,8 %			4,8 %	14,3 %
Neutre		4,8 %	23,8 %	4,8 %					33,3 %
Satisfait				28,6 %	9,5 %	4,8 %	4,8 %	4,8 %	52,4 %
TOTAL	4,8 %	4,8 %	23,8 %	33,3 %	14,3 %	4,8 %	4,8 %	9,5 %	100,0 %

- 49 Nous avons considéré que les niveaux d'insatisfaction et de satisfaction sont délimités respectivement par les températures de consigne seuil de 18,0 °C et de 20,0 °C (Figure 7).

Figure 7. Températures de consigne seuil des niveaux de satisfaction

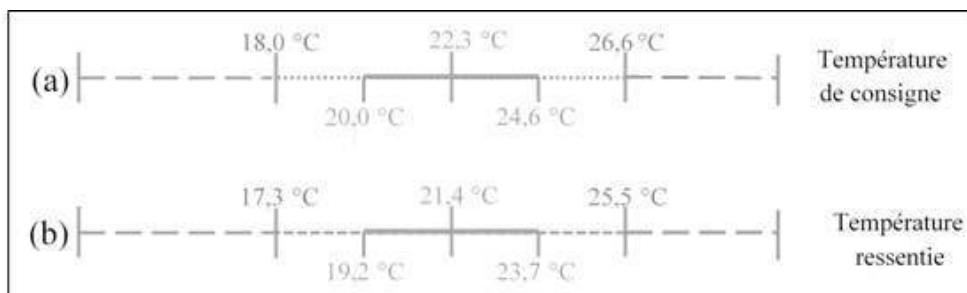


- 50 À l'aide du modèle théorique de Fanger et des seuils déduits par l'analyse croisée, nous obtenons au final des plages de satisfaction en fonction de la température de consigne, et par calcul celles de la température ressentie (Figure 8). En effet, le modèle de Fanger fonctionne par symétrie autour de la température idéale de confort. Il nous est ainsi

possible d'obtenir des seuils « hauts » (24,6 °C et 26,6 °C) qui correspondent à la même sensation de confort que les seuils « bas » déterminés (18,0 °C et 20 °C).

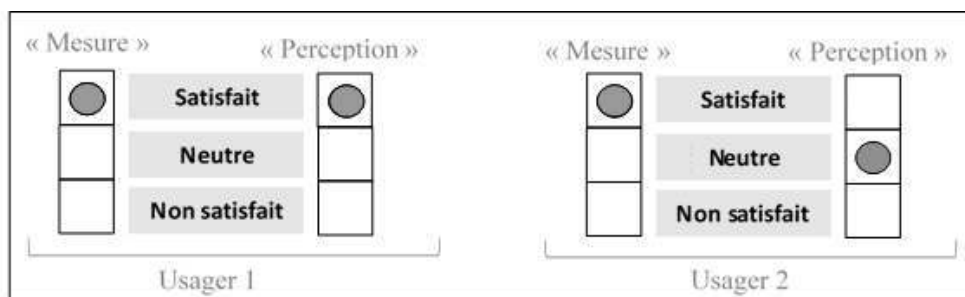
- 51 Avant *réhabilitation* et pour les paramètres de Fanger (le métabolisme, l'habillement, l'humidité relative de l'air et la vitesse de l'air) fixés, nous affirmons que l'usager est en situation [schéma (a)] :
- de confort pour une *température de consigne* comprise entre 20 °C et 24,6 °C ;
neutre pour une *température de consigne* comprise entre 18 °C et 20 °C ainsi qu'entre 24,6 °C et 26,6 °C ;
d'inconfort pour une *température de consigne* inférieure à 18 °C et supérieure à 26,6 °C.
- 52 Les plages de satisfaction en fonction des températures ressenties correspondantes sont représentées dans le schéma (b).

Figure 8. Les plages de satisfaction en fonction de la température de consigne et en fonction de la température ressentie *avant réhabilitation*



- 53 Cette première phase d'analyse des interactions usager-habitat a permis d'établir la matrice d'analyse de la qualité sensible de l'habitat et de définir les profils usagers qui seront réutilisés dans la seconde phase de la démarche intégrée.
- 54 Pour illustrer nos propos, nous prenons l'exemple de deux usagers parmi les personnes interviewées. Le premier se chauffe à une température de consigne de 20 °C et se déclare être satisfait de son confort thermique. Le second se chauffe à la même température et n'exprime ni satisfaction ni insatisfaction.
- 55 Selon les seuils de confort « théorique » que nous avons définis, les usagers se situeraient dans la zone de confort. Sur l'échelle de Likert, le premier confirme cette sensation alors que le second est moins affirmatif : traduit par « neutre » selon notre modèle. Dans ce cas, l'usager n'exprime pas de façon nette sa satisfaction alors qu'il le devrait selon notre modèle et donc selon la population cible.

Figure 9. Application du profil usager au confort thermique

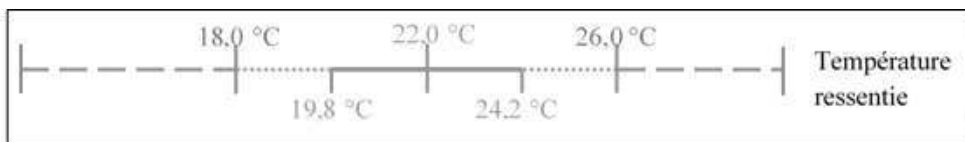


- 56 À partir des seuils déterminés pour la colonne confort de la grille mesure et d'un objectif de consommation maximale (tel que les 100 KWhep/m²SHON.an du facteur 4), il est possible par simulation de proposer un ou plusieurs scénarios de réhabilitation thermique en réduisant le pourcentage d'insatisfaits, sans changer le comportement.

4.2.4. Les scénarios de réhabilitation

- 57 Pour établir un programme de réhabilitation durable selon notre approche, le principe est donc de choisir les scénarios qui auront pour objectif d'améliorer la perception de confort thermique des occupants sans changer les comportements, c'est-à-dire sans changer leur température de consigne.
- 58 Par l'utilisation des abaques de Fanger, il est possible de traduire l'échelle de confort de l'existant en une échelle de confort, prédictive. Cette nouvelle échelle correspond à la même sensation de confort qu'avant réhabilitation (ISO 7730 :1994), mais tient compte du changement des variables du transfert de chaleur dû à la réhabilitation projetée. En effet, il y a une évolution des températures seuils, car l'un des paramètres, la vitesse d'air dans le logement, est modifié en raison de l'installation d'une ventilation mécanique contrôlée (VMC) et de la réduction de la perméabilité à l'air du logement.
- 59 La figure 10 illustre la nouvelle échelle avec des seuils recalculés. Après la future réhabilitation, l'usager devrait être en situation :
- de confort pour une *température ressentie* comprise entre 19,8 °C et 24,2 °C ;
 - neutre pour une *température ressentie* comprise entre 18 °C et 19,8 °C ainsi qu'entre 24,2 °C et 26,0 °C ;
 - d'inconfort pour une *température ressentie* inférieure à 18 °C et supérieure à 26,0 °C.
- 60 Grâce à cette échelle obtenue par hypothèse de scénario, nous avons une variable de conception essentielle à la définition du programme de réhabilitation : la température ressentie minimale pour être en situation de confort (19,8 °C).

Figure 10. L'échelle de satisfaction prédictive



- 61 L'exploitation de cette échelle conduit à retenir comme variable de conception essentielle la température ressentie minimale pour être en situation de confort : 19,8 °C.

Équation 1. Lien entre la température de consigne, la température moyenne de rayonnement et la température ressentie

$$\frac{T_c + T_o}{2} = \bar{T}_r \quad \rightarrow \quad \bar{T}_r = 2T_o - T_c$$

- 62 La température de consigne étant fixée (T_c) et la température ressentie minimale retenue (t_o), nous pouvons en déduire la température moyenne de rayonnement (équation 1), ce qui nous a permis de proposer des solutions d'amélioration de la performance énergétique.

5. Adaptabilité de la démarche sur les autres postes réglementaires

- 63 La démarche a été pensée pour tous les postes énergétiques, mais n'a été expérimentée de façon complète que sur le confort thermique. Elle devra être testée sur les autres postes pour le développement d'une plateforme informatique complète d'aide à la conception et à la décision. Il est à noter que le poste chauffage associé au confort thermique est prépondérant dans les consommations énergétiques d'un bâtiment. Nous précisons les principes de son adaptabilité sur deux autres postes réglementaires : le refroidissement et l'éclairage.

5.1. Le refroidissement

- 64 Le refroidissement est essentiel pour garantir le confort d'été. Sans utilisation d'appareil de climatisation, le refroidissement d'un bâtiment s'effectue en combinant le décalage dans le temps du pic de chaleur de la face externe à la face interne de la paroi (appelé déphasage) et l'augmentation de la ventilation (naturelle par ouverture des fenêtres ou artificielle par augmentation du débit de la VMC). Le confort d'été étant associé lui aussi à une température ressentie, l'application de la démarche restera somme toute assez similaire au poste chauffage : une analyse croisée entre perception des usagers par l'échelle de Likert et température mesurée servira à créer une échelle de satisfaction de confort d'été. Associée au modèle théorique de confort thermique de Fanger et à un outil de simulation thermique, cette échelle de satisfaction permettra d'établir un scénario de réhabilitation qui fixera, tout comme pour le confort d'hiver, la qualité d'isolation (c'est-à-dire la résistance thermique), mais aussi le déphasage (donc la diffusivité du matériau utilisé) et la ventilation.

5.2. L'éclairage

- 65 Maîtriser l'éclairage naturel est primordial pour garantir le confort visuel des occupants. Généralement de meilleure qualité que l'éclairage artificiel, il apporte en plus un meilleur rendu des couleurs, il permet de conserver le contact avec l'extérieur et il présente un intérêt pour les économies d'énergie. Mais mal pris en compte, il peut provoquer l'éblouissement des usagers, favoriser les pertes énergétiques ou encore augmenter la chaleur en été et ainsi en diminuer le confort. L'analyse croisée entre la luminosité et le ressenti des usagers permettra d'établir une échelle de satisfaction de confort visuel avec des valeurs seuils hautes et basses de luminosité. Cette échelle, couplée à des logiciels de simulation d'éclairage naturel, favorisera l'élaboration de scénarios de réhabilitation pouvant satisfaire l'utilisateur en choisissant, lorsque cela est possible, le type d'éclairage naturel (latéral, zénithal ou les deux), en dimensionnant les ouvertures, en paramétrant les caractéristiques techniques de ces baies (facteur solaire, facteur lumineux, transmission thermique...), en intégrant les protections solaires et en effectuant le cas échéant une étude d'éclairage artificiel.

Conclusion

- 66 Notre contribution montre comment une approche plurielle, interdisciplinaire apporte des solutions à la rénovation thermique des logements en prenant en compte la satisfaction des usagers. Elle a tout d'abord été appliquée à un logement représentatif du patrimoine social de Maubeuge, puis a fait l'objet d'une offre de prestation « étendue », en association avec le bureau d'études Solener.
- 67 Développée dans le cadre du projet SAPERLO, l'analyse typologique, point incontournable pour faire des économies d'échelle, effectuée sur un patrimoine à forte similitude avec le patrimoine social régional, la rend reproductible et transposable.
- 68 La méthodologie, sur laquelle repose l'approche, repositionne l'humain au centre des préoccupations en objectivant leur perception en paramètres utilisables par les acteurs de la construction. Le développement d'une plateforme informatique implantant la méthodologie donne la possibilité aux bailleurs sociaux de mettre en œuvre de manière optimale les principes du développement durable, en intégrant les attentes des usagers. La plateforme autorise l'élaboration de scénarios pour la réhabilitation des logements ouvriers sociaux, appelés Solutions techniques adaptées. Basés sur la perception des usagers, ces scénarios définissent, à partir de l'identification des attentes des usagers, la stratégie d'intervention la plus adaptée selon les contraintes techniques et économiques du maître d'ouvrage.
- 69 À brève échéance, les partenaires opérateurs du projet SAPERLO envisagent de développer les outils de suivi et d'évaluation permettant de vérifier, de corriger et d'améliorer en continu la STA.
- 70 Il conviendra :
- de rechercher les conditions financières, économiques, juridiques optimales et adéquates à la mise en œuvre de la STA ;
 - d'élaborer des documents de restitution et de communication à destination des acteurs du logement (guide, fiches techniques) et d'en assurer la diffusion.
- 71 D'ores et déjà, les travaux effectués ainsi que leur présentation à un public cible (bailleurs sociaux, maîtres d'ouvrages... acteurs de l'habitat social) ont reçu un bon accueil (réseau des acteurs de l'habitat, 2015) et font ressortir un besoin et une attente forte concernant la finalisation de la mise en place opérationnelle de la STA. L'objectif final est de traduire le modèle théorique de la STA par un prototype informatique qui préfigure la plateforme opérationnelle. Les résultats de chaque tâche (identification typologique, caractérisation des matériaux et des parois, détermination des profils usagers...) alimentent cette plateforme.
-

BIBLIOGRAPHIE

Bourdieu P., 1980, *Le sens pratique*, Paris, Minuit.

- Brisepierre G., 2011, septembre, *Les conditions sociales et organisationnelles du changement des pratiques de consommation d'énergie dans l'habitat collectif*, thèse de doctorat, université Paris Descartes.
- Cooper I., 1982, « Comfort and energy conservation : a need for reconciliation », *Energy and Buildings*, 5/2, p. 83-87.
- Courbet D., 2010, « L'expérimentation en sciences de l'information et de la communication » in D. Courbet, *Objectiver l'humain ? Volume 2 : Communication et expérimentation*, Paris, Éditions Hermès Lavoisier.
- Dard P., 1986, *Quand l'énergie se domestique, Observation sur dix ans d'expériences et d'innovations thermiques dans l'habitat*, Paris, Plan Construction.
- De Ketele J., Roegiers X., 1996, *Méthodologie du recueil d'information*, Bruxelles, DeBoeck Université.
- Desjeux D., 2002, 27 mars 27, « Les échelles d'observation de la culture », *Communication et organisation*, vol. 22, Consulté le 9 août 2016, sur <http://communicationorganisation.revues.org/2728>, DOI : 10.4000/communicationorganisation.2728.
- Douchet A., Barry H., 2015, « Précarité énergétique en Nord-Pas-de-Calais : précarité dans l'habitat et vulnérabilité énergétique global », in *2^e journées internationales de sociologie de l'énergie. Les sociétés contemporaines à l'épreuve des transitions énergétiques*, Tours, 1-3 juillet 2015, p 172, consulté le 24 mars 2016, sur https://www.precarite-energie.org/IMG/pdf/Actes_JISE_2015_web.pdf.
- Gournet R., Beslay C., 26 mai 2015, « Les professionnels du bâtiment face aux enjeux de la performance énergétique : nouveaux savoirs et nouveaux métiers », *SociologieS*, consulté le 24 mars 2016, <https://sociologies.revues.org/5063>.
- Griffin A., Hauser J. R., 1991, « The voice of the customer », *MIT Marketing Center, Working Paper*, vol. 2, n° 91.
- ISO 7730, 1994. (s.d.). *Ambiances thermiques modérées – Détermination des indices PMV et PPD et spécifications des conditions de confort thermique*, Paris, AFNOR.
- Laudati P., 2013, 11, « Une approche plurielle de la réception urbaine », *Journal for Communication Studies*, p. 233-243.
- Lavoie F., Bœuf F., Thellier F., 2015, *Qualité des ambiances dans les bâtiments - Le confort thermique de l'habitant*, Paris, Presses des Mines.
- Leleu-Merviel S., 2008, La méthode EBAHIE : écoute des besoins et attentes et leur hiérarchisation, in S. Leleu-Merviel, *Objectiver l'humain ? Volume 1 : qualification, quantification*, Paris, Lavoisier, p. 67-95.
- Likert R., 1932, « A technique for the measurement of attitudes », *Archives of Psychology*, n° 22.
- Maresca B., Dujin A., 2014, 2, « La transition énergétique à l'épreuve du mode de vie », *Flux* n° 96, p. 10-23, consulté le 08 05 2015, <http://www.cairn.info/revue-flux-2014-2-page-10.htm>.
- Mucchielli A., 2009, *Dictionnaire des méthodes qualitatives*, Paris, Armand Colin.
- Projet ADEME/Région SAPERLO (2011-2014), *Solutions adaptées pour la performance environnementale en rénovation des logements ouvriers*.
- Réseau des acteurs de l'habitat, 2015, *Panorama des recherches en cours dans le domaine de l'habitat et du logement*.

Semmoud N., 2008, La réception sociale de l'urbanisme. L'exemple d'un quartier stéphanois : Bellevue. in D. Zeneidi, R. Sechet, I. Garat, *Espaces en transactions*, Rennes, Presses universitaires de Rennes, p. 121-142.

Subrémon H., 2012, *Anthropologie des usages de l'énergie dans l'habitat*, Éditions du PUCA, coll. « Recherche ».

Zélem M.-C., 2008, « Environnement et politique-s », *Natures Sciences Sociétés*, vol. 16, p. 379-381, Toulouse, 25-26 juin. Récupéré sur <http://www.cairn.info/revue-natures-sciences-societes-2008-4-page-379.htm>.

NOTES

1. Définie par Olivier Sidler, dans le cadre du projet Renaissance soutenu par le programme européen Concerto, la STU, Solution technique universelle, est fondée sur la base d'une évaluation des expériences européennes en rénovation. Elle plaide pour une solution qui offre la possibilité de s'affranchir du calcul thermique en amont de chaque opération, substituant à une obligation de résultats une obligation de moyens.

RÉSUMÉS

Une approche interdisciplinaire avec une entrée relevant des sciences humaines et sociales peut conduire à une meilleure prise en compte de l'occupant dans les opérations de réhabilitation. Celle décrite ici s'appuie sur l'analyse du processus informationnel et communicationnel qui s'instaure entre l'utilisateur et son cadre de vie. La satisfaction des usagers est au cœur de la démarche, qui intègre la perception du confort par l'utilisateur sans pour autant chercher à changer son comportement. L'objectif est de proposer des scénarios de réhabilitation qui intègrent à la fois la dimension mesurable du confort et la dimension perçue par l'occupant. Pour illustrer nos propos, nous avons choisi d'explicitier un exemple : celui du confort thermique.

An interdisciplinary approach based human and social sciences can lead to a better understanding of the householder concerning the process of rehabilitation. The one described here insists on the informative and communicative analysis established between the user and his environment. Users' satisfaction is at the core of the procedure. It includes the user's perception of comfort without trying to change his behaviour. The aim is to offer different scenarios of rehabilitation that include at the same time the measurement of comfort and the measurement perceived by the householder. To illustrate this point, we have chosen to work on the thermal comfort example.

INDEX

Mots-clés : perception, profil usager, réhabilitation, confort thermique

Keywords : perception, user profile, rehabilitation, thermic comfort

AUTEURS

MAXIME QUENTIN

Maxime Quentin est titulaire d'un master en génie civil spécialisé dans l'habitat et l'écoconception. Il effectue un doctorat en Sciences de l'information et de la communication (SIC). Université Lille Nord de France, UVHC, DeVisu, maxime.quentin@univ-valenciennes.fr

ÉRIC HENRY

Éric Henry est maître de conférences en génie civil. Son domaine de recherche porte sur les méthodes pour l'aide à la conception et à la décision en génie civil, urbain et environnemental. Université Lille Nord de France, UVHC, DeVisu, eric.henry@univ-valenciennes.fr

PATRIZIA LAUDATI

Patrizia Laudati est architecte-urbaniste, docteur ès SIC, professeur des universités. Elle est aussi directrice adjointe du laboratoire DeVisu Design Visuel et Urbain. Ses thématiques de recherche portent sur la communication urbaine. Université Lille Nord de France, UVHC, DeVisu, patrizia.laudati@univ-valenciennes.fr