# SOFTSummer
# Vers des solutions efficaces et inclusives de systèmes de gestion de protections solaires et de ventilation intensive pour garantir le confort thermique estival dans les bâtiments résidentiels.

Olivier Dartevelle[1], Julie Castreman[1], Lotfi Guedria[2], Véronique Vanwelde[3]

[1]*Louvain Research Institute for Landscape, Architecture, Built Environment (LAB), UCLouvain*
[2]*Centre d'Excellence en Technologies de l'Information et de la Communication (CETIC)*
[3]*Centre Scientifique et Technique de le Construction (CSTC)*

## I. Abstract

Les périodes de vagues de chaleur vont s'intensifier et devenir de plus en plus fréquentes. Face à l'évolution du climat annoncée, et sans évolution du bâti existant, il sera de plus en plus difficile de garantir un confort thermique estival acceptable à l'intérieur des logements, y compris en climat tempéré.

L'efficacité des solutions de protections solaires et de ventilation intensive n'est plus à démontrer. Elles constituent une alternative à la climatisation ou au minimum, un moyen d'en limiter les consommations énergétiques et l'impact environnemental. Cependant, elles ne semblent, en Wallonie, que peu implémentées en pratique dans le secteur résidentiel.

Par ailleurs, leur gestion par les occupants, souvent manuelle, semble souvent inadaptée ou insuffisante alors que des solutions techniques intelligentes (prédiction, auto-apprentissage, intelligence artificielle, etc.) ouvrent la voie vers de nouvelles possibilités.

Dans ce contexte, le projet SOFTSummer (pour Smart Operation For Thermal SUMMER comfort in residential buildings) vise un double objectif. Il vise, d'une part, à identifier le potentiel des solutions de gestion des protections solaires et de ventilation intensive pour garantir le confort thermique d'été dans les bâtiments résidentiels. Cela implique d'évaluer à la fois le potentiel de développement technologique des systèmes de gestion et, leur impact potentiel sur le confort thermique estival dans les bâtiments résidentiels. D'autre part, le projet vise à identifier les freins et leviers à l'implémentation effective et inclusive de ces techniques par les différents acteurs intervenant dans le processus de construction (architecte, entrepreneurs, occupants, etc.). Atteindre ces objectifs nécessite un travail basé sur des approches croisées et interdisciplinaires aux frontières de l'ingénierie et de la sociologie appliquées à des domaines comme la construction, les technologies de l'information (TIC), la physique du bâtiment et l'habitat.

En conséquence, un consortium regroupant trois équipes de recherche a été constitué comprenant le Centre d'Excellence en Technologies de l'Information et de la Communication (CETIC), le Centre Scientifique et Technique de la construction (CSTC) (via ses laboratoire « Solutions Durables et Circulaires » et « Laboratoire Chauffage et Ventilation »), ainsi que le Louvain Research Institute for Landscape, Architecture, Built Environment (LAB) de l'UCLouvain.

Le présent article propose de détailler la méthode interdisciplinaire développée dans le cadre de ce projet de deux ans. Il tentera de montrer au travers de la description des différentes tâches du projet, des rôles des différents partenaires et des méthodes de travail convenues, comment

complémentarité et transversalité devraient permettre d'aboutir à un délivrable commun permettant d'identifier, au cas par cas, les solutions les plus effectives et inclusives possibles de gestion de protections solaires et de ventilation intensive.

## II. Introduction

Conséquemment au changement climatique, les vagues de chaleur seront plus fréquentes et s'intensifieront. De ce fait, le problème de la surchauffe dans les bâtiments résidentiels est une question émergente, y compris dans notre climat tempéré. Elle est non seulement liée à des questions de confort et de bien-être mais aussi de santé dans le cas des personnes âgées ou sensibles [1]. En effet, selon l'OMS, les vagues de chaleur ont fait au moins 15000 morts, en 2022, en Europe [2].

Les protections solaires et la ventilation intensive (par ouverture des fenêtres) sont des techniques efficaces et reconnues dans la lutte contre la surchauffe estivale dans les bâtiments [3]. Elles permettent respectivement de se protéger contre les gains de chaleur solaire et de dissiper naturellement la chaleur accumulée dans le bâtiment. Considérées comme des techniques « passives », c'est-à-dire n'utilisant pas ou très peu d'énergie pour leur fonctionnement [4], elles constituent, dans notre climat, si pas une alternative aux systèmes de climatisation actifs, énergivores et à l'impact environnemental non négligeable [5], un moyen efficace et nécessaire d'en limiter les consommations.

En Wallonie, dans les logements nouvellement construits, les protections solaires, si elles sont présentes, sont souvent manuelles, parfois motorisées mais rarement automatisées (ouverture/fermeture automatique en fonction d'un paramètre mesuré) [6]. Or, il est reconnu que cette gestion représente la clef pour garantir l'efficacité de ces techniques de lutte contre la surchauffe estivale dans les bâtiments [7].

La gestion manuelle de ces dispositifs entraine donc toute une série de questions liées à l'usage qu'en fait l'utilisateur : les protections solaires sont-elles bien déployées au bon endroit et au bon moment (dès que le soleil atteint un vitrage) ? L'ouverture des fenêtres permet-elle effectivement de refroidir le bâtiment ? (il faut pour cela que la température extérieure soit plus basse que la température intérieure).

L'automatisation des ouvertures/fermetures est une piste souvent mise en avant. Actuellement, l'automatisation est souvent réalisée sur base de la valeur mesurée instantanément de l'ensoleillement, éventuellement avec un contrôle lié à la température intérieure, ainsi que des sécurités en fonction du vent et de la pluie. L'évolution technologique, notamment celle de l'Internet Of Things (IOT) et des techniques d'Intelligence Artificielle (AI), ouvre aujourd'hui la voie à des systèmes de gestion automatisée plus complexes à des coûts moindres, rendant ces technologies plus accessibles.

Ainsi les dernières générations de gestion automatisées sont pilotables depuis des smartphones et peuvent prendre en compte des données non mesurées dans le bâtiment concerné mais renseignées dans le cloud (cloudcomputing). De plus, leur potentiel de développement technologique est bien présent : intégration des prévisions météorologiques, du ressenti et des préférences des occupants, des inconforts à venir, de l'autoapprentissage, de l'interopérabilité avec d'autres équipements (utilisation de données mesurées par d'autres objets connectés indépendants), etc. Tout ce potentiel de gestion automatisée multifactorielle et prédictive

s’intègre dans la mouvance des Smart Building tels que visés par la directive européenne sur la performance énergétique des bâtiments [8].

Si le potentiel de développement technique et technologique semble prometteur, il semble aussi très éloigné de la réalité de terrain. L’étude MEASURE [6] (MEsures de performAnces réelles et de Satisfaction des occUpants dans les bâtiments Résidentiels à hautes performances Energétiques) réalisée entre 2013 et 2018 a notamment montré que, sur l’échantillon de 149 maisons, seuls environ 40% des logements unifamiliaux rencontrés sont équipés de protections solaires extérieures (alors que 72% des logements interrogés rencontrent des problèmes de surchauffe) et que parmi eux, seuls 17 % sont automatisées [9]. La ventilation intensive est, par contre, pratiquée dans 70% des cas mais souvent trop tardivement en réaction d’une chaleur déjà accumulée dans le bâtiment. Ces constats pointent à la fois une difficulté d’implémentation de ces techniques par les différents acteurs du secteur de la construction et l’importance de leur appropriation par les occupants.

Déposé dans le cadre de l’appel à projet Win4Collective (2022) du Service Public de Wallonie, Économie, Emploi et Recherche, dont l’objectif est de mettre en lien différents centres de recherche wallons, afin de favoriser l’échange et la diffusion de connaissances vers les entreprises wallonnes, le projet SOFTSummer (Smart Operation For Thermal Summer comfort in residential buildings) s’inscrit dans ce contexte. Il vise à identifier les pistes pour favoriser un usage effectif et inclusif des stratégies passives (protection solaire et ventilation intensive) dans la lutte contre la surchauffe estivale dans les bâtiments résidentiels.

## III. Méthode

### Des partenaires aux compétences spécifiques et complémentaires.

Le projet SOFT Summer est porté par un partenariat entre le Centre d'Excellence en Technologies de l'Information et de la Communication (CETIC), la cellule de recherche Architecte et Climat du Louvain Research Institute for Landscape, Architecture, Built Environment (LAB) de l’UCLouvain et le Centre Scientifique et Technique de le Construction (CSTC).

Créé en 2001, à l’initiative de la Faculté Polytechnique de Mons (FPMs), des Facultés Universitaires Notre-Dame de la Paix de Namur (FUNDP) et de l’Université catholique de Louvain (UCL), le pôle d’excellence CETIC est une association autonome constituée sous la forme d’une Association Sans But Lucratif (ASBL). Il compte des chercheurs en informatique hautement spécialisés (docteurs, ingénieurs, maîtres, licenciés en informatique et en électronique) et dont les objectifs sont de développer une expertise dans les domaines du génie logiciel et des systèmes informatiques distribués et communicants, ainsi que de mettre cette expertise à la disposition des entreprises en vue d’améliorer leur compétitivité.

La mission du CETIC est donc de soutenir le développement économique régional en transférant vers les entreprises wallonnes, et les Petites et Moyennes Entreprises (PME) en particulier, les résultats les plus innovants issus de la recherche appliquée en Technologies de l’Information et de la Communication (TIC). Le CETIC aide les entreprises qui développent logiciels et outils informatiques à intégrer plus rapidement ces avancées technologiques dans leurs nouveaux produits, processus ou services, leur permettant d’innover plus vite, de réduire les risques, et de développer de nouveaux marchés.

L'innovation proposée par le CETIC cible les 3 thèmes : Systèmes Autonomes, Intelligence Artificielle et Cybersécurité. Elle prend corps à travers des expertises de pointe en ingénierie des données, en optimisation et algorithmie combinatoire, en évolutivité d'architecture de systèmes embarqués et en modélisation de systèmes complexes et répartis à fort base logicielle.

Le CETIC met 2 ingénieurs à disposition du projet SOFT Summer.

La cellule de recherche Architecture et Climat fait partie du Louvain Research Institute for Landscape, Architecture, Built Environment (LAB) de l'UCLouvain.

Créée en 1980, elle est active dans le développement et la diffusion de connaissances techniques et scientifiques liées aux questions de durabilité et de résilience en Architecture. Son objectif est de proposer et de valider des solutions innovantes à l'échelle des espaces bâtis, basées sur la compréhension de la relation entre l'Homme et son milieu (environnemental, sociétal et économique), en réponse aux crises et défis d'aujourd'hui et de demain.

Ses recherches s'orientent autour de 3 thématiques principales :

- Confort et bien-être de l'homme (physique, physiologique, psychologique)
- Gestion des ressources (énergie, eau, déchets, matériaux, etc.)
- Performances énergétiques et environnementales des bâtiments (composants, systèmes, etc.).

Elles visent toutes une compréhension fondamentale des problèmes techniques et scientifiques tout en favorisant un usage immédiat par la société («use-inspired basic research»).

Une sociologue et un ingénieur architecte d'Architecture et Climat prennent part à l'équipe SOFTSummer.

Le Centre Scientifique et Technique de la Construction est un institut de recherche fondé en 1960 à l'initiative de l'organisation professionnelle et dont l'objectif est de promouvoir la recherche appliquée dans le secteur, afin d'améliorer la compétitivité, la qualité et la durabilité de ce dernier.

En application de la loi De Groote, les entreprises de construction belges sont membres statutaires du CSTC. Il s'agit aussi bien d'entreprises générales que d'entreprises spécialisées dans les travaux de menuiserie et de vitrage, dans le sanitaire et le chauffage central, les couvertures, … La majorité des membres sont des PME.

De par ses activités, le CSTC constitue le centre de référence pour le secteur de la construction. Il soutient l'entrepreneur dans ses tâches quotidiennes et le prépare également à la construction de demain.

Les trois missions principales du CSTC sont :

- Développer : mener des recherches scientifiques et techniques, prénormatives et innovantes, au profit de ses membres.
- Informer : diffuser les résultats des recherches aux membres et leur apporter un soutien technique et organisationnel.
- Innover : contribuer à l'innovation et au développement du secteur, notamment en effectuant des recherches sous contrat à la demande du secteur et des pouvoirs publics.

Quatre ingénieurs aux spécialités constructives différentes, et deux techniciens issus des laboratoires « Solutions Durables et Circulaires » et « Laboratoire Chauffage et Ventilation » du CSTC interviennent dans le projet SOFTSummer. Le CSTC coordonne par ailleurs le projet.

Ces trois partenaires ont décidé de s'associer pour la complémentarité de leur discipline et des publics-cibles de chacun. En effet, le CSTC amène des compétences techniques, technologiques

et touche principalement des entrepreneurs, mais également des fabricants et autres professionnels de la construction ; le CETIC concentre ses compétences et les entreprises-cibles dans le domaine du numérique et des Technologies de l'Information et de la Communication (TIC) ; enfin, la cellule d'Architecture et Climat de l'UCLouvain combine des savoirs techniques et sociologiques et en tant que représentant universitaire intervenant dans la formation des architectes et ingénieurs pénètre le public des architectes et des bureaux d'étude.

**Des tâches spécifiques**

La question de recherche « Comment favoriser un usage effectif et inclusif des stratégies passives (protection solaire et ventilation intensive) dans la lutte contre la surchauffe estivale dans les bâtiments résidentiels ? » comporte à la fois des dimensions techniques, technologiques, sociales et comportementales. Elle convoque par là des connaissances complémentaires issues de disciplines différentes. Celles-ci ont été rendues explicites dans la définition des premières tâches du projet. Chacune de ces tâches est portée par un partenaire déterminé et repose sur l'utilisation de méthodes de recherche spécifiques.

La tâche 1 *Evaluation et démonstration du potentiel technique et technologique des systèmes de gestion* est ainsi portée par le CETIC. Partant de l'évaluation des solutions de gestion existantes, elle vise le développement (prototypage software) d'une solution générique évolutive et flexible de collecte de données multi-sources (données météo, ressenti, capteurs existants, nouveaux capteurs) et de solution de monitoring et pilotage. Elle s'intéresse notamment aux méthodes de prise en charge de données hétérogènes (en termes de formats mais aussi de protocoles de communications) provenant de différentes sources : données provenant de capteurs existants dans l'habitation, données provenant de sources publiques telles que les données météo, données provenant de nouveaux capteurs complémentaires, etc.

La tâche 2 *Identification des freins et leviers d'intégration auprès des différents acteurs*
Portée par Architecture et Climat (LAB – UCLouvain), l'objectif de cette tâche est d'identifier les leviers et les barrières à l'implémentation de solutions de protections solaires et ventilation intensive et d'automatisation auprès des différents acteurs qui interviennent dans le processus décisionnel. Il s'agit d'interroger, via des interviews, des focus group et/ou des enquêtes par questionnaire, les pratiques qu'ont les différents acteurs de ces technologies. Les acteurs ont été divisés en cinq groupes distincts : les régulateurs (administrations et comités de normalisation), les prescripteurs (architectes et bureaux d'étude), les entrepreneurs qui posent les produits (entreprises spécialisées et entreprises générales), les fabricants de ces produits (protections solaires, grilles de ventilation, menuiseries, systèmes de gestion (intégrateurs)) et les utilisateurs finaux (habitants). L'ensemble de ces parties prenantes seront donc interrogées de manière à comprendre leurs pratiques d'implémentation des techniques passives (identifier les freins et leviers à une implémentation effective et inclusive), mais également de manière à mettre en relation ces freins et leviers respectifs avec l'ensemble. Par ailleurs, l'équipe a décidé d'utiliser un cadre théorique adapté aux études sur la consommation et la durabilité : les théories des pratiques sociales. Ces théories permettent de dépasser une approche purement individualiste ou purement holiste en intégrant des composantes infrastructurelles [10], institutionnelles, émotionnelles et de valeurs, routinières et de savoir-faire [11].

La tâche 3 *Evaluation et validation de l'impact de ces technologies de gestion sur le confort thermique estival en conditions réelles et simulées* est portée par le Centre Scientifique et Technique de la Construction. Elle vise à évaluer l'impact potentiel des solutions de gestion sur le confort thermique d'été dans le climat présent et futur via des simulations thermiques dynamiques du bâtiment. Elle tentera aussi d'évaluer l'impact en situation réelle via des

monitorings sur des cas d'études.

Bien que complémentaires, chacune des disciplines présentes dans le projet SOFT Summer a sa propre équipe, sa propre tâche et sa propre méthodologie. En cela, le projet est interdisciplinaire puisqu'il combine différentes expertises pour répondre à une question commune. Pour autant, chacune de ces tâches correspond avant tout à un entre-soi disciplinaire.

**Une tâche transversale commune**

La tâche 4 *Synthèse et développement d'une méthode d'aide au choix des systèmes* est une tâche transversale *(cf. Figure 1)* en termes de timing (elle se déroule tout au long du projet), d'objectifs et d'implication des différents partenaires. Elle vise :

- la synthèse de l'état de l'art dans les différents domaines
- la caractérisation multidisciplinaire des techniques existantes
- le développement de la méthode d'aide au choix (= délivrable commun)
- la définition du plan de valorisation des résultats du projet

Elle comporte donc à la fois des dimensions interdisciplinaires, notamment au travers des objectifs à courts termes où il s'agit principalement de mettre en commun et de discuter les résultats des autres tâches, et transdisciplinaires, notamment dans l'objectif à long terme qui vise le développement d'une méthode d'aide au choix des techniques (cf. *résultats attendus*). La tâche 4, de par son délivrable, permet de dépasser le cloisonnement entre les disciplines.

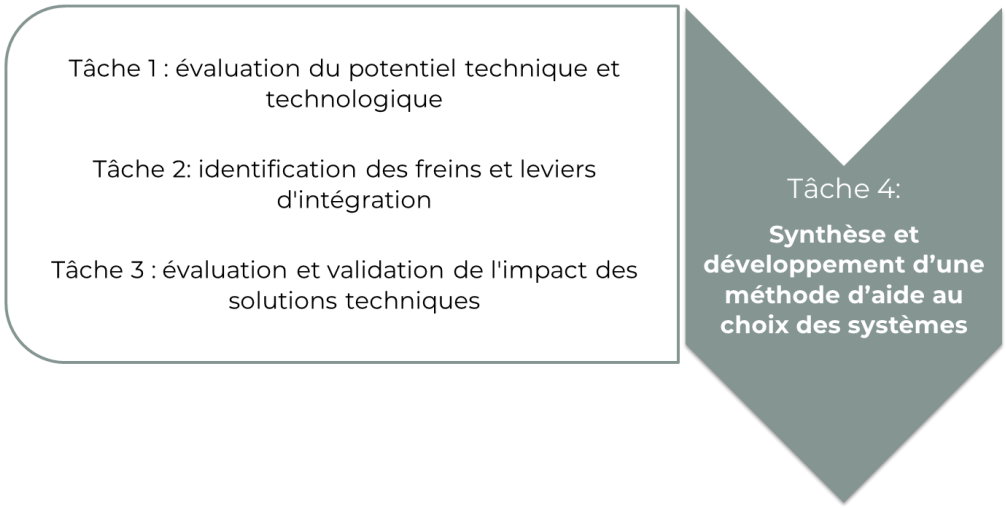



**Figure 1 :** Organigramme des quatre tâches du projet

**Un comité de pilotage**

Un comité de pilotage a été constitué de manière à pouvoir orienter le projet de recherche en fonction des besoins des entreprises concernées, des contraintes et expériences de la pratique et des potentialités technico-économiques.

Il est actuellement composé de :

- Jumatt (bâtiment clé sur porte à ossature bois)
- EMAC (menuiseries extérieures)
- Fabribois (menuiseries extérieures)
- TS Construct (entreprise générale)
- Chimsco (constructions bois et menuiseries extérieures)
- Thomas & Piron Home (clé sur porte)
- Cap Construction (cluster wallon d'entreprises actives dans la construction durable)
- Union Wallonne des Architectes
- VEROZO (assoc. professionnelle belge des fabricants de volets roulants et de protections solaires)
- VELUX

Le comité est donc principalement composé d'entreprises de construction directement concernées par les résultats de la recherche, à savoir des entreprises générales et clé-sur-porte (traditionnelles et ossatures bois), et des entreprises de menuiseries extérieures ainsi que par des représentants de fabricants, d'architectes et de bureaux d'étude.

La participation au comité est volontaire et non exclusive. Le comité de pilotage peut donc être complété en cours de projet. D'autres entreprises, centres de recherche peuvent aussi le rejoindre ponctuellement en fonction des besoins et intérêts de la recherche. Ce sera certainement le cas d'entreprises de motorisation et fabricants d'équipements de ventilation et de protection solaires.

**Une méthode de travail**

La méthode de travail envisagée pour le projet SOFT Summer vise à impliquer au maximum les bénéficiaires des résultats du projet (au travers du comité de pilotage). En ce sens, elle s'inspire des méthodes Agile [12].

Le projet est rythmé par la succession de 6 périodes de 4 mois (dénommées sprint en méthode Agile). Chacune de ces périodes peut être considérée comme un projet court au sein du projet : il comprend ses propres objectifs et doit permettre la réalisation de délivrables intermédiaires selon un plan d'action qui est reprécisé au démarrage de chaque période. A l'issue, les délivrables réalisés sont présentés au comité de pilotage du projet. Celui-ci a ainsi la possibilité de discuter les résultats et éventuellement réorienter les recherches pour les périodes suivantes. Le schéma de la Figure 2 illustre cette approche.




**Figure 2 :** Méthode de travail SOFT Summer (inspirée des méthodes AGILE).

Les objectifs sont donc rediscutés de manière itérative en fonction de l'avancement du projet et des besoins identifiés du secteur. Ce mode de fonctionnement est par ailleurs accompagné d'échanges fréquents entre partenaires. Une réunion de coordination est organisée toutes les 3

semaines pour discuter l'avancement de chaque partenaire en rapport à l'objectif de la période. Le lieu de réunion alterne entre les sièges des différents partenaires et distanciel en fonction des besoins afin de tisser les liens.

## IV. Résultats attendus

Les résultats attendus du projet SOFTSummer se situent à deux niveaux.

Le premier niveau est celui du renforcement des connaissances individuelles, de leur discussion et diffusion auprès des autres partenaires et du comité de pilotage. Il concerne non seulement la thématique en elle-même mais aussi l'évolution des méthodes d'évaluation. Nous pouvons ainsi citer, à titre d'exemple, les méthodes de monitoring et de simulation thermique dynamiques du bâtiment intégrant les évolutions climatiques futures, le développement de système de collecte de données et de pilotage flexible, interopérable et évolutif, etc.

Le second niveau est lié à l'objectif transdisciplinaire du projet : la définition d'une méthode innovante pour concevoir et réaliser une mise en œuvre efficiente et inclusive des systèmes de gestion de protections solaires et de ventilation intensive. Cette méthode devra prendre en compte, à la fois, les possibilités techniques de pilotage et de configuration et les caractéristiques de la situation données (caractéristiques du logement, pratiques des utilisateurs, ...). Elle se voudra inclusive dans le fait qu'elle mettra en avant les solutions efficaces techniquement en tenant compte de la chaine d'acteurs qui intervient dans le processus de mise en œuvre (architecte, entrepreneurs, bureau d'étude, fabricants, etc.) et l'utilisation de ces techniques (l'occupant).

Si les objectifs généraux de cette méthode sont, à ce stade, partagés par les partenaires du projet, les objectifs précis ainsi que la forme que prendra cette méthode restent volontairement indéterminés. Il s'agira, dans une démarche transdisciplinaire, d'en définir exactement le contenu et la forme (arbre décisionnel, logiciel, outil ?) en fonction des résultats de la recherche et des discussions avec le comité de pilotage.

## V. Références

[1] World Health Organization, Health and global environmental change. Heat-waves: risks and responses., Series 2, 2004.
[2] RTBF, Au moins 15.000 morts en Europe à cause des canicules de 2022, selon l'OMS, 2022. https://www.rtbf.be/article/au-moins-15000-morts-en-europe-a-cause-des-canicules-de-2022-selon-loms-11100212.
[3] S.M. Tabatabaei Sameni, M. Gaterell, A. Montazami, A. Ahmed, Overheating investigation in UK social housing flats built to the Passivhaus standard, Building and Environment 92 (2015) 222-235.
[4] H.-Y. Chan, S.B. Riffat, J. Zhu, Review of passive solar heating and cooling technologies, Renewable and Sustainable Energy Reviews 14(2) (2010) 781-789.
[5] ADEME, CODA-STRATEGIES, La climatisation de confort dans les bâtiments résidentiels et tertiaires. Etat des Lieux 2020 – Synthèse, 2021, p. 13.
[6] O. Dartevelle, V. Vanwelde, MEsures de performAnces réelles et de Satisfaction des occUpants dans les bâtiments Résidentiels à hautes performances Energétiques : rapport de synthèse sur le climat intérieur, 2018, p. 80.
[7] O. Dartevelle, G. van Moeseke, E. Mlecnik, S. Altomonte, Long-term evaluation of residential summer thermal comfort: Measured vs. perceived thermal conditions in nZEB houses in Wallonia, Building and Environment 190 (2021).
[8] European Parliament, Directive (EU) 2018/844 of the European Parliament and of the Council of 30 May 2018 amending Directive 2010/31/EU on the energy performance of buildings and Directive 2012/27/EU on energy efficiency, (2018).
[9] O. Dartevelle, S. Obyn, V. Vanwelde, Measure of Occupants' Satisfaction in High Energy Performance Residential Buildings : Results from the action Construire Avec l'Energie in Belgium., PLEA2016 - Cities, Buildings, People : Towards Regenerative Environments, Los Angeles, 2016.
[10] A. Reckwitz, Toward a Theory of Social Practices:A Development in Culturalist Theorizing, European Journal of Social Theory 5(2) (2002) 243-263.
[11] T.R. Schatzki, Social Practices: A Wittgensteinian Approach to Human Activity and the Social, Cambridge University Press1996.
[12] K. Collier, Agile analytics : a value-driven approach to business intelligence and data warehousing, 2012.