



**HAL**  
open science

## Préconisation d'indicateurs pour le e-consultant d'un bâtiment à énergie positive

Gilles Debizet, Hélène Haller, Mathieu Bartoletti

### ► To cite this version:

Gilles Debizet, Hélène Haller, Mathieu Bartoletti. Préconisation d'indicateurs pour le e-consultant d'un bâtiment à énergie positive. [Rapport de recherche] D1.1, Université Grenoble Alpes / Elithis / PACTE. 2018. hal-01890745

HAL Id: hal-01890745

<https://hal.science/hal-01890745v1>

Submitted on 14 Feb 2024

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

# ANR Involved

## Livrable D1.1

### Contribution de Pacte et Elithis

---

## Préconisation d'indicateurs pour le e-consultant de la Tour Elithis Danube

Sous la direction de Gilles Debizet  
en collaboration avec Mathieu Bartoletti

Rédaction :  
Hélène Haller et Gilles Debizet (PACTE)  
Mathieu Bartoletti (Elithis)

Le 29 juin 2016

## Avertissement

Ce rapport est un document de travail destiné à aux chercheurs, doctorants et professionnels impliqués dans le projet de recherche *Involved* et aux responsables en charge du contrôle de l'exécution du projet de l'Agence Nationale de la Recherche.

Toute diffusion totale ou partielle au-delà de ces personnes est soumise à l'accord écrit des directeurs de ce rapport, chacun pour leurs parties respectives ou communes et conformément à l'accord de consortium du projet.

# Sommaire

<b>SOMMAIRE</b>	<b>3</b>
<b>INTRODUCTION</b>	<b>5</b>
<b>1 APPROCHE THEORIQUE - QU'EST-CE QUI POUSSE LES ACTEURS A AGIR COMME ILS LE FONT ?</b>	<b>6</b>
<b>1.1 Généralités</b>	<b>6</b>
1.1.1 Différentes échelles d'observation pour comprendre les actions	6
1.1.2 Distinguer styles de vie, genres de vie et modes de vie	7
1.1.3 Valeurs et normes sociales au fondement des choix	8
1.1.4 Communauté, sentiment d'appartenance et choix de consommation	8
<b>1.2 Dans le champ de la consommation d'énergie dans le bâtiment</b>	<b>9</b>
1.2.1 Comprendre la consommation par les comportements	9
1.2.2 Comprendre la consommation par les pratiques	10
1.2.3 Logiques d'action en matière de consommation d'énergie	11
<b>1.3 Dans le champ des acteurs d'un projet</b>	<b>13</b>
1.3.1 Economie des conventions	13
1.3.2 Economies de la grandeur	13
<b>1.4 Synthèse des apports de ces lectures pour le projet</b>	<b>16</b>
<b>2 APPROCHE TERRAIN - LES CONTINGENCES SOCIOTECHNIQUES DU PROJET TOUR DANUBE</b>	<b>17</b>
<b>2.1 Description du projet de Tour Danube</b>	<b>17</b>
2.1.1 Systèmes d'acteurs et dispositifs en amont ou autour de la conception du projet	17
2.1.2 Littérature prescriptive	18
<b>2.2 Contingences sociales et techniques en amont de la conception</b>	<b>19</b>
2.2.1 Construction de la grille d'analyse	19
<b>2.3 Valeurs et indicateurs relevées</b>	<b>21</b>
2.3.1 Issues des documents locaux de planification spatiale et d'orientation énergétique	21
2.3.2 Issues des documents nationaux relatifs à la construction et à l'habitat	22
2.3.3 Relatifs aux financements et aux subventions (et à l'exclusion des deux précédents)	23
<b>2.4 Valeurs dans la littérature prescriptive et logiques d'action</b>	<b>25</b>

<b>3</b>	<b>SELECTION D'INDICATEURS</b>	<b>27</b>
<b>3.1</b>	<b>Méthodologie</b>	<b>27</b>
3.1.1	Point de départ : valeurs et indicateurs identifiés dans la littérature prescriptive et complément	27
3.1.2	Utilisation de la tablette : pondération par les travaux en sociologie (cf. I)	27
<b>3.2</b>	<b>Pré-sélection des indicateurs selon les acteurs de la tour TED</b>	<b>28</b>
3.2.1	Indicateurs supplémentaires au vu du référentiel CSTB	29
3.2.2	Passage au crible selon les critères d'efficacité	31
<b>4</b>	<b>PRECONISATION (PACTE ET ELITHIS)</b>	<b>33</b>
<b>4.1</b>	<b>Les consommations énergétiques d'un bâtiment (Elithis)</b>	<b>33</b>
4.1.1	Contexte général	33
4.1.2	Les postes de consommation	37
4.1.3	Campagnes de mesure de consommation réelles	40
<b>4.2</b>	<b>Les éléments monitorés dans le projet TED (Elithis)</b>	<b>44</b>
4.2.1	Architecture générale	44
4.2.2	Monitoring dans un logement type « Ville de Demain »	47
4.2.3	A l'échelle du bâtiment	48
<b>4.3</b>	<b>Affinement des indicateurs (PACTE + Elithis)</b>	<b>50</b>
4.3.1	Résultat : domaine de pertinence des indicateurs (PACTE + Elithis)	51
	<b>CONCLUSION (PACTE-ELITHIS)</b>	<b>55</b>
	<b>TABLES DES TABLEAUX</b>	<b>61</b>
	<b>BIBLIOGRAPHIE</b>	<b>62</b>

## Introduction

D'après la présentation du projet Involved, Pacte était responsable du livrable D 1.1

*A report depicting the requirements for the e-consultant, considering each actor*

à mener en collaboration selon la répartition suivante :

1. Pacte :
  - sélection des acteurs à prendre en compte
  - caractérisation de leurs rôles et savoirs
  - analyse des pratiques de consommation
  
2. Pacte + Elithis
  - informations utiles aux occupants, gestionnaires et exploitants
  - proposition pour délivrer plus d'informations

Nous avons choisi de ne présenter qu'un seul document englobant ces tâches. Lors des premières séances de travail avec Elithis, nous avons convenu d'un plan en quatre parties, les trois premières relevant du travail de Pacte, la quatrième du travail conjoint de Pacte et d'Elithis. Cette répartition des tâches a été plutôt respectée.

**Quels indicateurs le e-consultant du projet TED pourra et devrait communiquer à ses utilisateurs afin que l'usage du bâtiment réponde aux objectifs environnementaux portés par les prescripteurs de ce projet et plus généralement de la construction en France ?**

Après mobilisation d'approches théoriques relatives pratiques de consommation énergétique dans l'habitat, les contingences sociotechniques entourant le projet de Tour Elithis Danube (TED) sont présentées. Une liste d'indicateurs adaptés à la phase de fonctionnement d'un bâtiment est établie sur la base des documents prescriptifs pesant sur le projet TED complétés par un référentiel du CSTB.

In fine, des indicateurs sont préconisés selon les valeurs sociales auxquels les utilisateurs du e-consultant sont sensibles. Pour quelques uns, les domaines de pertinence (usages, espaces, temporalités) sont proposés en tenant compte de quatre qualités complémentaires : mesurable, appréhendable, compréhensible et suscitant l'envie d'agir.

# 1 Approche théorique - Qu'est-ce qui pousse les acteurs à agir comme ils le font ?

## 1.1 Généralités

Le but de cette première sous-partie est de rappeler quelques jalons, issus principalement de la sociologie, afin d'indiquer dans quelles filiations théoriques le travail effectué pour le projet Involved s'inscrit.

### 1.1.1 Différentes échelles d'observation pour comprendre les actions

Etudier les comportements d'individus peut se faire à différentes échelles. En sciences sociales, on distingue principalement quatre échelles (Desjeux, 2006) :

- l'échelle macro-sociale
- l'échelle méso-sociale
- l'échelle micro-sociale
- l'échelle micro-individuelle

Ces différents niveaux d'observation s'intéressent à des objets plus ou moins grands.

Ainsi l'échelle macro-sociale « est celle des régularités par rapport aux strates sociales (ou classes sociales), aux âges (ou aux générations), aux sexes (ou aux genres), aux cultures (ou aux « races » ou aux ethnies) » (Desjeux, 2006, p. 15). Le niveau macro-social rend visible tout ce qui a trait à l'appartenance sociale : « les représentations sociales, les visions du monde, les habitus et les effets de domination » (Desjeux, 2006, p. 16).

L'échelle méso-sociale porte sur les organisations et les systèmes d'action. Elle s'intéresse aux relations de pouvoir entre acteurs d'une même organisation et aux moyens adoptés par ces derniers pour se positionner comme acteur central.

L'échelle micro-sociale porte également sur les stratégies et les systèmes d'action mais au sein d'un domaine limité : « l'espace privé ou domestique » (Desjeux, 2006, p. 16). Selon Dominique Desjeux, ce niveau d'observation permet de réaliser que les individus ne mobilisent finalement qu'une palette limitée de comportements, qui s'inscrivent dans des espaces spatial et temporel particuliers.

Enfin, le dernier niveau d'observation, l'échelle micro-individuelle, s'intéresse à l'individu, faisant alors plutôt appel à la psychologie ou à la psychanalyse.

Cette variété dans les échelles d'observation permet de plus ou moins isoler les individus au sein l'espace social dans lequel ils évoluent, voire même de l'en isoler totalement. Ces découpages permettent alors d'observer les interactions entre les individus et la société et de comprendre les échanges qui peuvent se faire entre eux.

Dans le cadre du projet Involved, dont l'échelle est le bâtiment, nous ne retiendrons que les échelles macro-sociale et micro-sociale puisqu'il s'agit de comprendre les façons d'agir et de consommer des habitants, gestionnaires et exploitants dans une situation particulière : un bâtiment performant.

### 1.1.2 Distinguer styles de vie, genres de vie et modes de vie

En matière de consommation et d'usage, une grande diversité de comportements est observée. Il est en effet rare que deux personnes aient exactement la même façon de consommer ou d'utiliser un même produit.

L'e-consultant persuasif qui va résulter du projet Involved doit prendre en compte la variété des comportements pour délivrer des informations et des conseils pertinents pour l'utilisateur. Pour cela, les messages émis par la tablette doivent être adaptés aux modes de consommation et d'usage.

Pour comprendre cette variété de comportement, il convient de s'arrêter un instant sur la distinction entre modes de vie, styles de vie et genres de vie. Pour cela, nous nous appuyons sur les propos de Dominique Bourg et Christian Arnsperger (Bourg & Arnsperger, 2016)

Selon les auteurs, les styles de vie regroupent l'ensemble des possibilités parmi lesquelles l'individu peut choisir mais cet ensemble de possibilités est inscrit dans une dimension collective. Autrement dit, l'individu est libre de s'exprimer individuellement mais cette liberté d'expression est contrainte par des facteurs de dimension collective (« l'état de la société, la mode, l'appartenance à tel groupe social, la pression familiale etc. » (Bourg & Arnsperger, 2016, p. 20)).

Les genres de vie, quant à eux, englobent l'ensemble des « déterminants collectifs de nos existences, vis-à-vis desquels nous n'avons quasiment aucune capacité de choix » (Bourg & Arnsperger, 2016, p. 21). Les auteurs prennent en exemple les mêmes principes d'architecture et d'aménagement qui guident la construction de maisons ou d'immeubles. Les individus ont rarement de choix à effectuer sur ces principes qui leur sont alors imposés.

Les modes de vie font la liaison entre la dimension collective et la dimension individuelle des choix. Contrairement aux styles de vie, les modes de vie contiennent une idée de transition : on passe d'un mode de vie à l'autre. Si ce passage est dans certains cas fortement contraint (les auteurs prennent l'exemple du passage du mode de vie étudiant au mode de vie professionnel et enfin à celui de retraité), il est toujours possible pour l'individu d'avancer ou de retarder le moment de la transition (nombre d'années d'étude ou choix de l'âge de la retraite). Dans d'autres cas, le changement de mode de vie est beaucoup moins contraint, comme par exemple la décision de participer à une AMAP ou de vivre dans un éco-village (Bourg & Arnsperger, 2016, p. 22). Le mode de vie traduit la formation nécessaire d'un collectif composé de volontés individuelles pour la réalisation concrète et effective d'un choix individuel (un individu seul ne peut pas assurer le fonctionnement d'une AMAP. Pour que son choix d'avoir recours à une AMAP se réalise, il faut au préalable que plusieurs personnes, animées par ce même projet d'AMAP se réunissent). C'est par l'apparition de nouveaux modes de vie que les genres de vie peuvent être amenés à changer.



### 1.1.3 Valeurs et normes sociales au fondement des choix

La sous-partie précédente a fortement mis l'accent sur les dimensions collectives et individuelles qui structurent comportements et actions. Ce rappel amène alors à s'interroger sur les valeurs et les normes sociales, collectivement partagées au sein d'un même groupe et traduites au niveau individuel par des actions.

Il convient dans un premier temps de distinguer valeurs sociales et normes sociales. Pour comprendre ce qui pousse un individu à effectuer un choix particulier, Pierre Demeulenaere (Demeulenaere, 2003) part de la préférence : le choix effectué parmi un ensemble de possibilités est dû à l'expression d'une préférence. Cette préférence peut être d'origine naturelle (ne pas manger de champignons toxiques) ou sociale (ne pas manger certains animaux en fonction de sa culture). La valeur a donc une dimension évaluative : elle indique vers quoi tendre, elle traduit un bien.

Cependant, une autre configuration peut exister. Parmi plusieurs possibilités, un individu en choisira une, non pas parce qu'il l'évalue comme meilleure, mais parce qu'il a le sentiment que c'est le choix qu'il doit effectuer. Dans cette situation, une norme est alors mobilisée : à la dimension évaluative de la valeur s'ajoute une dimension prescriptive.

Enfin, on peut ajouter qu'une norme existe lorsqu'une sanction s'applique dès que cette dernière est transgressée. La présence d'une sanction traduit alors l'existence d'un groupe qui partage cette norme et dont les membres se reconnaissent par la mobilisation de cette dernière, mais aussi qui en surveillent l'utilisation.

Pour être partagée par un groupe d'individus, une norme doit être transmise et intériorisée par chaque membre du groupe. Emile Durkheim (Durkheim, 2010) a ainsi montré que c'est au cours de la socialisation que chaque individu va apprendre à reconnaître ce qui est normal ou anormal pour son groupe d'appartenance. Cette socialisation se fait au travers de la famille en premier lieu, mais également par l'école ou le travail par exemple.

### 1.1.4 Communauté, sentiment d'appartenance et choix de consommation

On vient de voir que selon la théorie de Durkheim, chaque individu, par les normes sociales qu'il possède et partage, s'inscrit dans un groupe. Du fait de cette appartenance, et par volonté de rester dans ce groupe, l'individu va être amené à adopter les choix de consommation mis en valeur par le groupe. Si dans certains cas le groupe d'appartenance recommande des choix allant dans le sens d'une consommation moindre, il peut arriver au contraire que certains individus enclins à changer leur consommation ne le fassent pas, par peur d'être exclus du groupe. La recherche de la conformité à la norme est un aspect du comportement qu'il est impératif de prendre en compte. On voit donc apparaître une nouvelle fois à quel point il peut être difficile de faire changer de comportement un individu si on ne prend pas en compte la dimension collective dans laquelle le choix de comportement s'inscrit.

Le sentiment d'appartenance à un groupe voit ses effets se renforcer lorsque ce groupe se sait observer. Ainsi dans les années 1930, le psychologue et sociologue Elton Mayo a

mené une étude pour comprendre l'impact de l'environnement de travail sur la productivité des ouvriers, ces derniers se sachant observés pour l'étude. Que les conditions de travail soient améliorées ou détériorées (variation de la température ou de la luminosité), la productivité augmentait dans tous les cas. Mayo en a alors conclu que le seul fait de savoir appartenir à une expérience avait influé de manière positive sur les résultats.

Dans le champ de la consommation, et plus particulièrement dans celui de la consommation d'énergie, Marie-Christine Zélem renvoie l'« effet Hawthorne » (du nom de l'entreprise dans laquelle l'expérience de Mayo a été menée) à l'effet placebo : l'individu ne cherche pas tant à diminuer sa consommation d'énergie en participant à une expérience mais cherche plutôt le sentiment d'appartenir à une communauté, les effets qui accompagnent la participation à l'expérience. Les participants sont guidés par la recherche d'une « reconnaissance sociale » (Zélem, 2010, p. 267). Néanmoins, cet effet peut être mobilisé dans le cadre d'un objectif de réduction de la consommation en énergie.

## 1.2 *Dans le champ de la consommation d'énergie dans le bâtiment*

Après avoir passé en revue quelques généralités issues de la sociologie permettant de mieux saisir comment un individu se positionne par rapport à son environnement, il s'agit à présent de s'intéresser aux grilles de lecture permettant d'analyser et d'expliquer les comportements en matière de consommation énergétique mais également de les méthodes possibles pour influencer ces derniers.

### 1.2.1 Comprendre la consommation par les comportements

Une lecture possible est de s'intéresser aux comportements. La notion de comportement appartient initialement au domaine de la santé et de la médecine (Maresca & Dujin, 2012). A partir du milieu du 20<sup>ème</sup> siècle, les médecins cherchent à soigner les malades en s'intéressant désormais à leur environnement et milieu et non plus en se limitant aux seules causes biologiques. Dans les années 1970, les comportements sont ensuite considérés comme des facteurs à part entière des maladies et deviennent l'élément le plus important des politiques publiques sanitaires. En d'autres termes, on accorde plus de responsabilité aux malades dans le développement et l'évolution de leurs maladies : l'individu lui-même, par les choix qu'il fait dans sa façon de vivre, participe au développement d'une maladie, ou à l'inverse peut retarder voire annuler le déclenchement de celle-ci.

Suite à ces premières politiques publiques qui soulignent le rôle central des comportements, les individus sont encore plus responsabilisés via l'incitation comportementale. Dans le cas de la consommation, l'individu et son comportement sont identifiés comme les clés de compréhension de la consommation. Changer la façon de consommer revient à changer, à modifier le comportement. Cependant par l'incitation comportementale, il ne s'agit plus d'imposer de l'extérieur un modèle (intérêt général ou information) mais d'amener l'individu à choisir spontanément une voie tendant vers l'optimum collectif lorsque ce dernier est possible (Maresca & Dujin, 2012).

Deux grands domaines disciplinaires peuvent être mobilisés pour mettre en pratique l'incitation comportementale. Le premier champ est celui de la psychologie. Plusieurs auteurs ont travaillé sur cette question mais nous nous attarderons plus particulièrement sur la dissonance cognitive, développée par Léon Festinger. Festinger a ainsi mis en lumière le lien entre opinions, façons de penser et actions. Les individus ont en général tendance à vouloir mettre en cohérence leurs actions avec leurs opinions. Lorsque ce n'est pas le cas, lorsqu'actions et opinions sont en opposition, les individus sont en état de « dissonance cognitive », soit une situation d'inconfort cognitif, qu'ils vont chercher à résoudre en modifiant les actions et/ou les opinions pour que ces dernières soient à nouveau en accord. Cette théorie de la dissonance cognitive est le point de départ du « paradigme de l'hypocrisie induite » : il s'agit de créer artificiellement une situation de dissonance cognitive pour amener les individus à changer leurs opinions et/ou leurs façons d'agir.

Les théories économiques, et particulièrement la vision néo-libérale de l'homo oeconomicus, ont également déteint sur l'analyse des comportements : les capacités de rationalité et de préférence, le raisonnement en termes de coût/bénéfice et de maximisation de l'utilité, sont supposés être appliquées à d'autres domaines d'action, impliquant la prédominance de l'intérêt individuel.

Cependant, l'approche par les comportements a suscité beaucoup de critiques du fait de sa tendance à vouloir « saisir le comportement du consommateur comme la résultant des différents mécanismes (technologiques, informationnels ou marchands) » (Maresca & Dujin, 2012, p. 11). De plus, il est parfois difficile de jouer sur un facteur. C'est notamment le cas du confort, pour lequel chaque individu a sa définition et qui est de fait difficile à changer sans donner l'impression à l'individu qu'il est forcé à faire quelque chose. Récemment, des approches théoriques ont montré qu'il était aussi possible de considérer les comportements « comme le fait de pratiques sociales inscrites dans des cadres matériels et normatifs préexistants » (Maresca & Dujin, 2012, p. 11).

### 1.2.2 Comprendre la consommation par les pratiques

La sociologie des pratiques ou théorie des pratiques est un courant disciplinaire né dans les années 2000, principalement dans les pays anglophones et scandinaves (Dubuisson-Quellier & Plessz, 2013). Le fondement de cette théorie a été mis en avant par Andreas Reckwitz, sociologue allemand, dans un article publié en 2002. Il met en opposition les modèles de l'homo oeconomicus et de l'homme sociologicus (« théories alternatives idéalisées » (Reckwitz, 2002, p. 244) d'un côté, avec les théories culturelles parmi lesquelles il place la théorie des pratiques. Selon lui, la différence entre ces deux types de théorie repose sur la façon de concevoir les conditions de l'action humaine et de l'ordre social. Tandis que la vision de l'homo oeconomicus met l'accent sur la poursuite d'intérêts individuels qui, réunis, forment l'ordre social ; et alors que la vision de l'homme sociologicus s'attarde sur la dimension collective des normes sociales qui aboutissent à un ordre social reposant sur le consensus normatif ; Reckwitz souligne que la particularité de la théorie des pratiques qui est de s'intéresser aux structures symboliques de la connaissance qui permettent de poser des interprétations sur le monde et d'agir en conséquence de ces interprétations (Reckwitz, 2002).

L'auteur poursuit en posant la définition de pratique, telle qu'entendue dans l'expression « théorie des pratiques » : « Une « pratique » est un type de comportement routinisé qui consiste en plusieurs éléments interconnectés entre eux : des formes d'activités corporelles, des formes d'activités mentales, des « choses » et leur usage, des connaissances de base constituées de compréhension, savoir-faire, états émotionnels et motivations (Reckwitz, 2002, p. 249) » (Dubuisson-Quellier & Plessz, 2013, p. 4).

Elizabeth Shove, Mika Pantzar et Matt Watson (Shove, Pantzar, & Watson, 2012) reprennent cette définition et mettent en avant la tridimensionnalité qui traverse les pratiques : un aspect matériel, des compétences et un aspect symbolique, significatif (material, competences, meaning). Pour qu'une pratique existe, il est nécessaire que ces trois dimensions soient reliées simultanément par des connexions.

Appliquée au domaine de la consommation, cette théorie permet de mettre en avant que la consommation est un « moment » de la pratique (Warde, 2005) : il ne s'agit pas de consommer pour consommer, on consomme pour réaliser quelque chose.

En se concentrant uniquement sur le domaine de la consommation d'énergie, Elizabeth Shove et Gordon Walker expliquent que chercher à comprendre les caractéristiques de la consommation d'énergie revient à tenter de comprendre comment les pratiques sociales se développent, changent et se croisent (Shove & Walker, 2014). En d'autres termes, comme la consommation d'énergie est un « moment » d'une pratique, il s'agit de comprendre comment les pratiques sociales sont reliées entre elles mais aussi quels arrangements et infrastructures elles mobilisent.

S'appuyant sur ces écrits, des explications de l'inertie face au changement ont été mises en avant (Dubuisson-Quellier & Plessz, 2013). Le facteur temps, soit la coordination entre différentes activités, joue un rôle important : certaines activités, du fait qu'elles sont dépendantes d'autres personnes ou d'infrastructures, sont prioritaires dans la coordination. De plus, le temps consacré à une activité peut être plus ou moins bien vu, les normes sociales vont alors aussi jouer sur l'organisation. La routine est également à prendre en compte : si elle est un pilier des pratiques, elle pose problème car elle n'invite pas à la réflexivité et donc au changement. Enfin, les infrastructures et les institutions sont aussi des freins au changement : ils participent à la création et au maintien de régimes d'action desquels les pratiques vont avoir du mal à se défaire.

Si la théorie des pratiques propose une vision nouvelle de la consommation d'énergie, il n'en reste pas moins qu'elle est difficilement applicable dans le cadre d'une politique publique par exemple. Il s'agit là d'une des principales limites de cette approche.

### 1.2.3 Logiques d'action en matière de consommation d'énergie

La notion de logique d'action est issue de la sociologie des organisations. Elle porte sur la compréhension d'actions individuelles au sein d'un ensemble. Cependant, cette notion peut être sortie du contexte de l'entreprise et être appliquée à d'autres domaines d'action, dont la consommation et en particulier la consommation d'énergie.

On peut prendre la définition suivante : « une logique d'action est l'ensemble des actes liés à des motivations qui offrent un idéal que les individus tentent de poursuivre au

quotidien mais qui entrent en relation, parfois harmonieuses, parfois conflictuelles, avec les contraintes de la vie quotidienne, l'habitat (notamment sa qualité énergétique), les phases de vie, les technologies, les incitations et opportunités (prix de l'énergie, domotique, offres tarifaires) » (La Branche, 2015, p. 321).

En s'appuyant sur différentes études auxquelles il a participé, Stéphane La Branche identifie six logiques d'action en matière d'énergie :

- logique de confort, mobilisée par ceux qui cherchent à maintenir ou augmenter leur confort tout en payant le même prix voire un prix plus faible
- logique technoludique, qui regroupent des individus intéressés par les nouveautés technologiques, notamment celles liées à la réduction de la consommation énergétique
- logique de maîtrise de l'habitat et de soi comme milieu énergétique : chercher à maîtriser la technique et donc son habitat et par ce biais sa consommation
- logique énergiphile : maîtrise de la consommation pour l'énergie en soi
- logique économique : réduction du budget
- logique écologique : énergie vue comme problème écologique

Au vu de cette liste que nous discutons plus loin (cf. II. 3.c), nous définissons une logique d'action comme une motivation qui offre un idéal que les individus tentent poursuivre dans leurs pratiques, ces logiques pouvant être parfois harmonieuses, parfois conflictuelles entre elles selon les contraintes de la vie quotidienne et de l'habitat, leurs capacités et l'offre de produits et services énergétiques.

Ces logiques d'action peuvent coexister chez un même individu. Néanmoins, une seule logique d'action prédomine toujours.

#### a. Facteurs externes pesant sur la consommation : les caractéristiques du bâtiment

En s'appuyant toujours sur les travaux de Lévy et al., les caractéristiques des logements, du bâti, et les caractéristiques du ménage jouent un rôle important sur la consommation énergétique. Ainsi, Lévy et al. identifient parmi les caractéristiques des logements, la taille et le type du bâtiment (maison ou appartement), l'âge, le mode de financement (privé ou public) et la nature des énergies utilisées. Plus le logement est grand, plus la consommation énergétique va être élevée. De même, la date à laquelle le bâtiment a été construit peut avoir un impact sur le type d'énergie utilisée et la quantité consommée.

En ce qui concerne les caractéristiques du ménage, Lévy et al. mobilisent la notion de « cycle de vie » (Lévy, Roudil, Flamand, & Belaïd, 2014, p. 45). Les auteurs identifient quatre étapes, découpant le cycle de vie en fonction de l'âge de la personne de référence au sein du ménage : « *jeunes couples ou jeunes personnes seules sans enfant (personnes de référence de moins de 30 ans), couples avec enfants dont la personne de référence a entre 30 et 49 ans, couples avec enfants dont la personne de référence a entre 50 et 59 ans, couples et personnes seules sans enfants dont la personne de référence a plus de 60 ans (hypothèse de la décohabitation des enfants)* » (Lévy et al., 2014, p. 44). Derrière cette catégorisation se trouve la question de la taille du ménage. Par ailleurs, le statut du ménage (propriétaire, locataire ou accession à la propriété) a également un rôle à jouer quant à la consommation d'énergie – par exemple, un locataire dispose généralement de moins de possibilité de régler le chauffage. Enfin, Lévy et al. ont également pris en compte le groupe social d'appartenance du ménage.

Pour finir, le comportement en matière d'énergie peut aussi s'expliquer par des normes et des pratiques, par des « habitus » (Zélem, 2010, p. 37). Etant intégrés à des systèmes de socialisation, que ce soit le réseau familial ou les réseaux d'amis ou de connaissances, l'individu subit la pression de ces réseaux, ce qui peut avoir des conséquences sur son comportement en matière d'énergie.

### 1.3 Dans le champ des acteurs d'un projet

#### 1.3.1 Economie des conventions

L'économie des conventions est une approche économique hétérodoxe, c'est-à-dire que ce courant réfute le marché, le prix et la rationalité comme seuls régulateurs des relations au sein d'un groupe, comme seuls mécanismes pris en compte au moment de prendre une décision. A l'inverse, le processus de coordination est vu comme le résultat de la mobilisation de conventions, soit des « régularité[s] de comportement » (Orléan, 2004) dues au fait que chaque membre du groupe s'y conforme et s'y conforme car il pense que les autres font de même. Il y a donc une dimension de réciprocité dans les conventions : l'échange n'est possible qu'entre des personnes partageant une même convention. A force d'être mobilisées, ces conventions deviennent des normes d'action.

Ce courant théorique cherche à dépasser le dualisme habituel qui existe dans les explications de la coordination : le modèle sociologie qui insiste sur la recherche d'une conformité à une norme et le modèle économique qui raisonne en termes de rationalité et de concurrence. Et dont le coût n'est qu'un élément parmi d'autres.

Dans le cas qui nous intéresse, l'usage d'un bâtiment, cette approche est pertinente car il s'agit d'analyser un secteur qui mobilise beaucoup d'implicite, notamment au moment de la phase de programmation (Fenker, 2009). Les décisions sont prises, non pas après une réflexion par le coût mais après une réflexion qui fait appel à l'expérience et aux savoirs des individus.

#### 1.3.2 Economies de la grandeur

A partir de l'économie des conventions, Luc Boltanski et Laurent Thévenot ont mis en lumière les différents types de justification auxquels on fait appel au moment de prendre une décision (Boltanski & Thévenot, 1991).

En s'intéressant à la coordination et à l'accord, les auteurs ont mis en évidence, au travers de six ouvrages de philosophie politique, des principes jugés légitimes pour permettre l'accord. Chacun de ces principes dotés d'une légitimité, appelés « principe supérieur commun » est au fondement d'une « cité ». Une cité se définit donc par un grand principe mais aussi par un ensemble de caractéristiques auxquelles les individus se réfèrent lors du processus d'accord ou de coordination.

Nous indiquons ci-dessous les six ouvrages et les cités correspondantes puis nous détaillons les cités dans un tableau.

Les équivalences sont les suivantes :

- *Théorie des sentiments moraux*, Adam Smith : cité marchande



- *Les Caractères*, La Bruyère : cité domestique
- *La Cité de Dieu*, Saint-Augustin : cité inspirée
- *Le Léviathan*, Hobbes : cité de l'opinion
- *Le Contrat social*, Jean-Jacques Rousseau : cité civique
- *Du système industriel*, Saint-Simon : cité industrielle.

En 1999, Luc Boltanski et Eve Chiapello ont également établi la cité par projet, qui s'inscrit en plein dans l'ère capitaliste. S'appuyant sur les travaux de Max Weber sur le capitalisme, les caractéristiques de cette cité sont présentées dans la dernière colonne du tableau.

	<b>INSPIRATION</b>	<b>DOMESTIQUE</b>	<b>OPINION</b>	<b>CIVIQUE</b>	<b>MARCHAND</b>	<b>INDUSTRIEL</b>	<b>PROJET</b>
<b>PRINCIPE SUPERIEUR COMMUN</b>	Inspiration	Tradition	Opinion	Collectif	Marché	Technique, science	Monde en réseau
<b>ETAT DE GRANDEUR</b>	Ce qui échappe à la raison et à la mesure	Bienveillant, avisé, bien élevé	Réputé, connu	Représentatif, officiel	Désirable, valeur	Performant, fonctionnel	Flexible, polyvalent, actif, autonome, connecté
<b>ETAT DE PETIT</b>	Routinier	Sans gêne, vulgaire	Banal, inconnu	Divisé, isolé	Perdant	Inefficace	Incapacité à s'engager et à communiquer, rigidité, déconnecté du réseau
<b>REPertoire DES SUJETS</b>	Enfants, artisans	Supérieurs, inférieurs, ascendants	Vedettes	Collectivités	Concurrents, clients	Professionnels	
<b>FORMULE D'INVESTISSEMENT (PRIX A PAYER)</b>	Esprits...	Cadeaux...	Noms, marques...	Formes légales	Richesse	Moyens, ressources	Absence d'attachement à des biens matériels ou à sa propre personnalité
<b>RAPPORT DE GRANDEUR (NATURE DES RELATIONS ENTRE LES PETITS ET LES GRANDS)</b>	Singularité	Subordination, honneur	Identification	Adhésion, délégation	Possession	Maîtrise	Le grand doit rendre employable le petit
<b>EPREUVE MODELE</b>	Aventure intérieure	Cérémonie familiale	Présentation de l'événement	Manifestation pour une juste cause	Affaire, marché conclu	Test	Engagement dans un nouveau projet dès qu'un projet est terminé

Tableau 1 : Présentation des différentes cités

D'après (Boltanski & Thévenot, 1991) & ("Sociologie générale," 2001)



Les économies de la grandeur permettent de comprendre plus finement les différentes modalités de convention entre individus.

Les individus peuvent faire appel à l'une ou l'autre des cités, les auteurs ne cherchent pas à rattacher un individu à une seule cité. Ces derniers sont en effet capables de reconnaître à quelle cité une situation donnée fait appel et sont alors capables d'adapter leurs comportements. Cependant, il peut arriver des situations de conflit entre les individus. Plusieurs configurations peuvent apparaître. Si le conflit a lieu au sein d'une même cité, on parle de « discorde » ; la résolution passe alors par le rappel au principe supérieur commun. Si le conflit a lieu entre plusieurs cités, on parle de « différend » ; soit le conflit est résolu par la prédominance d'une cité, soit une solution est trouvée et ne s'appliquera qu'à cette discorde, soit un compromis est mis en place par le choix d'un bien commun pouvant se retrouver dans plusieurs cités.

Ce cadre théorique apporte donc un autre éclairage sur les logiques d'action. Dans le cadre d'une réflexion sur les usages d'un bâtiment par différentes catégories d'acteurs, il permet de souligner les principes qui guident ces derniers en cas de conflit ou de coordination. Mais surtout, elle est un complément à une analyse en terme de pouvoir et d'incertitude, souvent mobilisée pour comprendre le fonctionnement d'une organisation.

#### *1.4 Synthèse des apports de ces lectures pour le projet*

Nous souhaitons inscrire notre analyse dans la sociologie des pratiques, qui servira de support général de réflexion théorique car nous sommes conscients que cette théorie est difficilement applicable. Néanmoins, nous souhaitons garder en tête les enseignements principaux de cette dernière à savoir que les comportements sont formés d'un ensemble d'éléments qui relèvent à la fois des connaissances, du sens et des possibilités matérielles dont disposent les utilisateurs. Ces éléments sont difficilement séparables les uns des autres, ce qui nous amène à garder une certaine globalité dans l'analyse.

Cette question des pratiques se retrouve dans les logiques d'action. En effet, si on reprend la définition notre définition d'une logique d'action : « nous définissons une logique d'action comme une motivation qui offre un idéal que les individus tentent poursuivre dans leurs pratiques, ces logiques pouvant être parfois harmonieuses, parfois conflictuelles entre elles selon les contraintes de la vie quotidienne et de l'habitat, leurs capacités et l'offre de produits et services énergétiques. », on s'aperçoit que l'on retrouve les trois aspects constitutifs d'une pratique, mais présentés d'une manière différente.

Toutefois, il est important de souligner encore une fois que la consommation d'énergie dans l'habitat n'est pas de la seule responsabilité des habitants et de leurs comportements : leur consommation est dépendante de facteurs externes, et notamment des caractéristiques du bâtiment dans lequel ils habitent.

## 2 Approche terrain - Les contingences sociotechniques du projet Tour Danube

### 2.1 Description du projet de Tour Danube

La Tour Elithis Danube est un projet de tour d'habitation développé par Elithis, groupe centré sur le conseil et l'ingénierie énergétique du bâtiment. Le terrain retenu pour la construction est un des ilots composant la ZAC Eco-quartier Danube au sein du projet urbain Strasbourg Deux Rives.

La tour sera composée de 16 étages, où se répartiront 67 logements ainsi que 600m<sup>2</sup> de bureaux en pied.

Cette tour se distingue par ses ambitions énergétiques puisqu'elle vise le niveau BEPOS tous usages, c'est-à-dire que la consommation est calculée pour les 5 usages réglementaires tels que définis dans la RT 2012 auxquels s'ajoute la consommation énergétique liée aux appareils électrodomestiques. De plus, le constructeur vise un coût de construction identique à celui d'un bâtiment qui respecterait seulement la réglementation.

En raison de ces objectifs élevés de performance énergétique, le projet TED a bénéficié du Fonds « Ville de Demain » mis en place dans le cadre des Programmes d'Investissement d'Avenir lancé par l'Etat en 2010 et géré par la Caisse des Dépôts et Consignations.

#### 2.1.1 Systèmes d'acteurs et dispositifs en amont ou autour de la conception du projet

##### a. Système d'acteurs

Afin de définir et délimiter le système d'acteurs relatif à la conception et la construction de la Tour Elithis Danube (TED), nous nous appuyons sur la définition de Jean Carassus concernant le « système sectoriel de la construction » soit « l'ensemble complexe et organisé de relations entre les acteurs, productifs ou institutionnels, participant à la production et à la gestion des ouvrages de construction et du service rendu par ces ouvrages tout au long de leur cycle de vie » (Carassus, 2002, p. 88). Définir le système d'acteurs revient à identifier les acteurs productifs et institutionnels en lien avec la TED. Les acteurs « productifs » impliqués dans l'immobilier en France ont des responsabilités définies par une jurisprudence qui s'appuie essentiellement sur la loi de la Maîtrise d'Ouvrage Publique (loi MOP, du 12 juillet 1985).

Les tableaux suivants présentent ces différents acteurs dans le cas particulier du projet TED.

TYPES D'ACTEURS PRODUCTIFS EN PHASE PROJET	NOMS DES ACTEURS POUR LE PROJET TED
Maître d'ouvrage	Egidia (groupe Elithis) par délégation TED Invest
AMO énergie – environnement	Bénéficiaire (groupe Elithis)
Maître d'œuvre/architecte	X-Tu
Maître d'œuvre BE énergétique	Elithis
Entreprises de construction	Diverses entreprises (non impliquées dans la programmation-conception)
TYPES D'ACTEURS PRODUCTIFS EN PHASE FONCTIONNEMENT	NOMS DES ACTEURS POUR LE PROJET TED
Propriétaire	
Occupants	
Gestionnaire	
Exploitant	
Moniteur énergétique	

Tableau 2 : Les acteurs productifs en phase projet et en phase fonctionnement

TYPES D'ACTEURS INSTITUTIONNELS	NOMS DES ACTEURS POUR LE PROJET TED
Responsable de la planification spatiale et énergétique	Communauté urbaine de Strasbourg
Aménageur	Société d'Équipement de la Région Strasbourgeoise (SERS)
Distributeur électrique	Electricité de Strasbourg (ELD)
Distributeur chaleur	?
Investisseur – fonds « Ville de Demain » du Plan d'Investissement d'Avenir (PIA)	Caisse des Dépôts et Consignations (CDC)

Tableau 3 : Les acteurs institutionnels

### 2.1.2 Littérature prescriptive

Le projet TED se doit de suivre certaines prescriptions en matière d'énergie établies par les acteurs institutionnels du système sectoriel de la construction. Parmi ces prescriptions, nous pouvons distinguer les textes nationaux des textes locaux, opérant à l'échelle de la ville. Par souci de temps, nous ne retiendrons dans cette étude que les textes locaux de planification spatiale et d'orientation relative à l'énergie les plus influents (Tardieu, 2015) mais ne dépassant pas l'échelle du territoire. Les textes analysés sont donc les suivants :

- le Schéma de Cohérence Territoriale (SCoT)
- le Plan Local d'Urbanisme (PLU)
- le Plan Climat Energie Territorial (PCET).

Le projet étant installé sur la ZAC Danube confiée à la SERS, une analyse du cahier des charges émis par cette dernière doit être réalisée. De plus, comme le projet a obtenu le soutien du Plan d'Investissements d'Avenir, il est nécessaire de prendre également en compte les relations entre la Caisse des Dépôts et Consignations, chargée de gérer les fonds, et les autres acteurs du projet. Ces relations sont établies dans la convention locale pour l'écocité Strasbourg Métropole des Deux Rives. Afin d'obtenir ces

financements, Elithis a dû écrire ces engagements dans la lettre d'adhésion que nous avons pu obtenir. Enfin, le bâtiment relevant du BEPOS 5 usages, il convient d'intégrer le référentiel BEPOS-Effinergie ainsi que la RT 2012 dans le corpus de littérature prescriptive.

Pour résumer, nous pouvons regrouper ces textes en trois catégories définies par l'origine des contraintes qu'ils font peser sur le constructeur :

<b>DOCUMENTS LOCAUX DE PLANIFICATION SPATIALE OU D'ORIENTATION ENERGETIQUE</b>	<b>DOCUMENTS NATIONAUX RELATIFS A LA CONSTRUCTION ET A L'HABITAT</b>	<b>DOCUMENTS SPECIFIQUES AU PROJET TED ET RELATIFS AUX FINANCEMENTS ET AUX SUBVENTIONS</b>
SCoT PLU PCET Règlement de ZAC	Référentiel BEPOS-Effinergie RT 2012	Convention locale EcoCité Lettre d'adhésion

Tableau 4 : Les différents documents par enjeux traités

Rappelons que les documents relatifs aux financements et aux subventions renvoient en partie aux documents relevant des deux premières origines. .

<b>DOCUMENTS LOCAUX DE PLANIFICATION SPATIALE OU D'ORIENTATION ENERGETIQUE</b>	<b>CONVENTION LOCALE</b>	<b>LETTRE D'ADHESION</b>
SCoT		
PLU		
PCET	x	x
Règlement de ZAC		
<b>DOCUMENTS NATIONAUX RELATIFS A LA CONSTRUCTION ET A L'HABITAT</b>	<b>CONVENTION LOCALE</b>	<b>LETTRE D'ADHESION</b>
Référentiel BEPOS-Effinergie		x
RT 2012		x

Tableau 5 : Les renvois entre les différents documents

## 2.2 Contingences sociales et techniques en amont de la conception

### 2.2.1 Construction de la grille d'analyse

La première étape du travail mené autour des contingences sociales et techniques a été de lire les différents documents relatifs au projet TED. Ces documents pouvaient être plus ou moins centrés sur la tour Elithis. Cette variation permet de voir quelle(s) contingence(s) se diffusai(en)t depuis les documents généraux d'encadrement national de la construction ou de la planification territoriale jusqu'aux documents spécifiques à la tour, en passant par les documents que l'on peut qualifier d'intermédiaires (ZAC et PLU notamment)

Parmi tous les documents disponibles, nous avons décidé d'en sélectionner un par catégorie pour une première lecture, respectivement : le PLU de l'Eurométropole, le référentiel BEPOS et la lettre d'adhésion écrite par Elithis.

Dans un second temps, la lecture des documents s'est uniquement concentrée sur l'aspect énergétique, et plus spécifiquement l'énergie liée à la construction et l'usage de bâtiments – ainsi, la question de la mobilité, par exemple, a été laissée de côté. Un fichier Excel a ensuite été mis en place, regroupant toutes les extractions relatives à l'énergie dans ces textes. A partir des citations, le travail a été d'identifier ce qui relevait des valeurs portées par les rédacteurs de ces documents ainsi que ce qui relevait des prescriptions. Du fait de l'échéance courte dans laquelle ce travail a été mené, nous proposons des définitions empiriques de « valeur » et « prescriptions ». Par valeur, nous entendons ainsi ce qui paraît un bien, un avantage vers lequel on tend. Le terme « valeur » revêt également une dimension évaluative. Par « prescription » à l'inverse, nous entendons une obligation, « ce qu'on doit faire ». Le terme « prescription » est donc supposé plus objectif que celui de valeur.

Le troisième temps de la construction de la grille de lecture a ensuite consisté à identifier les valeurs ou groupes de valeurs qui revenaient de manière récurrente au travers des différents textes. Six groupes de valeurs ont été identifiés :

- Confort de l'occupant
- Atténuation du changement climatique (émissions carbone et GES)
- Economies financières
- Cadre de vie – environnement proche – santé
- Développement – attractivité - innovation
- Maîtrise de l'énergie (vision systémique, monitoring, commande).

Une fois ces regroupements effectués, nous avons cherché à mettre en avant l'échelle spatiale mobilisée par l'utilisation de ces valeurs. Une fois valeurs et échelles associées, nous les avons mises en lien avec des indicateurs. Certains indicateurs étaient présents dans les textes, d'autres ont été ajoutés, issus de lectures précédentes ou de l'expérience. C'est notamment le cas pour les émissions de CO<sub>2</sub>, qui n'étaient pas présentes comme telles dans les lectures. Derrière ce processus de sélection, encore une fois empirique, un principe nous a guidés, à savoir que ces indicateurs devaient pouvoir être intégrés à l'e-consultant en cours de construction dans le projet Involved. Enfin, pour tenter d'y voir plus clair, nous avons mis en relation les indicateurs avec des « objets », soit les équipements qui seront présents au sein de la tour. Ces objets sont ceux utilisés pour les différents postes pris en compte dans le BEPOS tous usages (équipements chauffage, ECS, équipements ventilation, éclairage, équipements électrodomestiques, équipements auxiliaires), auxquels nous avons ajouté les équipements pour la production photovoltaïque et les équipements pour l'occultation partielle et temporaire des baies. Ces deux catégories ont été ajoutées car elles relèvent du fonctionnement du bâtiment, cœur du projet Involved.

Ce processus s'est alors soldé par le tableau suivant, qui servira de grille de lecture pour une analyse plus précise des documents.

VALEURS	ECHELLE	INDICATEURS	OBJETS DANS TED
CONFORT DE L'OCCUPANT	Logement	Température intérieure Taux de CO2 Facilité de l'usage et réactivité des appareils	Tous
ATTENUATION CHANGEMENT CLIMATIQUE (EMISSIONS CARBONE ET GES)	Planète	Bilan carbone	Tous
ECONOMIES FINANCIERES	Multi	Consommation d'énergie finale Consommation d'énergie primaire	Tous
CADRE DE VIE - ENVIRONNEMENT PROCHE - SANTE	- Quartier +	Pollution de l'air Chaleur estivale Végétalisation Absence de nuisances Orientation soleil Espace au sol	Chauffage/ECS (chauffage urbain)
DEVELOPPEMENT - ATTRACTIVITE - INNOVATION	Ville +	P° EnR/Cep (autonomie du territoire)	Tous
<ul style="list-style-type: none"> <li>• MAITRISE</li> <li>• VISION SYSTEMIQUE</li> <li>• MONITORING COMMANDE</li> </ul>	Multi	Consommation d'énergie finale Consommation d'énergie primaire P° EnR Régulation/gestion	E-consultant Automatisation du chauffage Pour action sur tous

Tableau 6 : Valeurs et indicateurs formant la grille de lecture

### 2.3 Valeurs et indicateurs relevées

Cette partie présente les résultats de l'analyse complète des documents trois groupes à l'aide de la grille de lecture élaborée ci-dessus.

#### 2.3.1 Issues des documents locaux de planification spatiale et d'orientation énergétique

Dans cette première sous-partie, nous concentrerons notre lecture sur le SCoT, le PLU, le PCET et le cahier des charges de la ZAC Danube. Ces trois textes sont regroupés sous l'étiquette « Littérature prescriptive locale ».

VALEURS	ECHELLE	INDICATEURS	OBJETS DANS TED
CONFORT DE L'OCCUPANT	Logement	Température intérieure Limitation des déperditions	
ATTENUATION CHANGEMENT CLIMATIQUE (EMISSIONS CARBONE ET GES)	Territoire		
ECONOMIES FINANCIERES	Territoire Logement Bâtiment	Consommation d'énergie primaire Consommation d'énergie finale	
CADRE DE VIE - ENVIRONNEMENT PROCHE - SANTE	_ Quartier + Bâtiment	Pollution air Orientation soleil Végétalisation	
DEVELOPPEMENT - ATTRACTIVITE - INNOVATION	Territoire (dépendance énergétique)		
MAITRISE <ul style="list-style-type: none"> <li>• VISION SYSTEMIQUE</li> <li>• MONITORING</li> <li>• COMMANDE</li> </ul>	Quartier Bâtiment Logement Territoire	P° EnR - réseau chaleur C° énergie Economie d'énergie	PV Occultation Ventilation Eclairage parties communes

Tableau 7 : Valeurs et indicateurs issus de la lecture des documents locaux de planification spatiale et d'orientation énergétique

Commentaires :

- Les indicateurs présents dans les textes de planification territoriale sont très généraux
- Peu d'objets clairement nommés dans les textes
- La catégorie « Maîtrise » est très détaillée (vision technicienne ?), beaucoup moins pour ce qui a trait à l'occupant, étonnant qu'il y ait aussi peu sur l'énergie dans « Développement - attractivité - innovation »
- Mention du changement climatique/DD mais pas de détails, supposition de la convention implicite derrière les termes, pas besoin d'explicitier.

### 2.3.2 Issues des documents nationaux relatifs à la construction et à l'habitat

Ce tableau présente les résultats issus de la lecture du référentiel BEPOS et de l'arrêté du 26 octobre 2010 portant sur les caractéristiques thermiques et les exigences de performance énergétique des constructions neuves.

VALEURS	ECHELLE	INDICATEURS	OBJETS DANS TED
CONFORT DE L'OCCUPANT	Logement	Température intérieure de confort	Protections mobiles solaires
ATTENUATION CHANGEMENT CLIMATIQUE (EMISSIONS CARBONE ET GES)			
ECONOMIES FINANCIERES			
CADRE DE VIE - ENVIRONNEMENT PROCHE - SANTE			
DEVELOPPEMENT - ATTRACTIVITE - INNOVATION			
<b>MAITRISE</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• VISION SYSTEMIQUE</li> <li>• MONITORING</li> <li>• COMMANDE</li> </ul>	Bâtiment Territoire	Consommation d'énergie finale Consommation d'énergie primaire Production d'EnR Consommation pour les 5 usages réglementaires AUEref	Dispositif d'affichage

Tableau 8 : Valeurs et indicateurs issus de la lecture des documents nationaux relatifs à la construction et à l'habitat

Commentaires :

- Très peu de valeur, seulement mention d'une modulation pour prendre en compte diversité des situations rencontrées → coefficient de modulation
- Très prescriptifs
- Référentiel BEPOS renvoie à la RT 2012
- RT 2012 renvoie au code de la construction et de l'habitat

### 2.3.3 Relatifs aux financements et aux subventions (et à l'exclusion des deux précédents)

Dans cette dernière sous-partie, nous analyserons la littérature prescriptive « Financement », soit la lettre d'adhésion d'Elithis et ses annexes ainsi que la convention locale EcoCité.



VALEURS	ECHELLES	INDICATEURS	OBJETS DANS TED
CONFORT DE L'OCCUPANT	Logement Bâtiment	Température intérieure Facilité d'usage	
ATTENUATION CHANGEMENT CLIMATIQUE (EMISSIONS CARBONE ET GES)	Ville	Facteur 4 Bilan carbone	
ECONOMIES FINANCIERES	Bâtiment		
CADRE DE VIE - ENVIRONNEMENT PROCHE - SANTE	Bâtiment Quartier	Consommation foncière Orientation soleil	Réseau de chaleur
DEVELOPPEMENT - ATTRACTIVITE - INNOVATION	Métropole Bâtiment	Production EnR	PV
MAITRISE • VISION SYSTEMIQUE • MONITORING • COMMANDE	Bâtiment Logement	Consommation d'énergie finale	Chauffage ECS Ventilation

Tableau 9 : Valeurs et indicateurs issus de la lecture des documents relatifs aux financements et subventions

Commentaires :

- Pas tellement de référence aux grands enjeux climatiques dans la lettre d'adhésion. Explications possibles : valeur intégrée ? Vision technicienne, très détaillée notamment dans les appareils à mobiliser
- « Performance » revient beaucoup mais ne peut pas entrer en tant que tel dans le tableau, que faut-il y voir derrière ?

## 2.4 Valeurs dans la littérature prescriptive et logiques d'action

Nous avons donc identifié dans la littérature prescriptive des valeurs et des indicateurs relatifs à la consommation d'énergie dans le bâtiment. De plus, nous nous appuyons sur des catégories de logiques d'action pour comprendre les comportements relatifs à l'énergie des habitants.

Il nous est alors apparu pertinent de croiser ces deux catégories afin d'obtenir un aperçu des résonances possibles entre valeurs et logiques d'action, dans le but de cerner quelles valeurs seraient à mettre en avant en fonction des différents profils d'action.

LOGIQUE VALEURS	CONFORT	TECHNOLUDIQUE	MAITRISE ENERGETIQUE	SOBRIETE ENERGETIQUE <sup>1</sup>	ECONOMIQUE	ECOLOGIQUE
CONFORT DE L'OCCUPANT	X					
ATTENUATION DU CHANGEMENT CLIMATIQUE (GES ET EMISSIONS CARBONE)						X
ECONOMIES FINANCIERES					X	
SOBRIETE ENERGETIQUE				X		
CADRE DE VIE - ENVIRONNEMENT PROCHE - SANTE						X
DEVELOPPEMENT - ATTRACTIVITE - INNOVATION		X (mais l'échelle est différente, l'innovation concernent le territoire tandis que technoludique l'individu)				
MAITRISE			X			

Tableau 10 : Croisement entre les valeurs et les logiques d'action

<sup>1</sup> Nous transformons ici la logique énergiphile en logique de sobriété pour plusieurs raisons. D'une part, la logique énergiphile telle que définie par S. La Branche ne se retrouve pas dans les textes. D'autre part, certaines valeurs étaient présentes dans les textes mais ne se reflétaient pas dans les logiques d'action. Derrière cette idée de « sobriété énergétique », nous entendons par exemple, la sobriété certes mais également la préservation des ressources, le non gaspillage ou la recherche de la conservation.

Comme plusieurs logiques peuvent se retrouver dans une même valeur, nous avons souhaité effectuer le même travail de décomposition pour identifier à quelle(s) valeur(s) se réfèrent chaque indicateur.

	CONFORT OCCUPANT	ATTENUATION CC (EMISSIONS CARBONE)	ECONOMIES FINANCIERES	SOBRIETE ENERGETIQUE	CADRE DE VIE - ENVIRONNEMENT PROCHE - SANTE	DEVELOPPEMENT - ATTRACTIVITE - INNOVATION	MAITRISE
Température ambiante intérieure	X						
Taux de CO2	X						
Facilité d'usage et réactivité des appareils	X						
Bilan carbone		X					
Facture énergétique			X				
Consommation d'énergie finale				X			X
Consommation d'énergie primaire				X			X
Pollution de l'air					X		
Chaleur estivale					X		
Végétalisation					X		
Absence de nuisances sonores et olfactives					X		
Apports solaires <sup>2</sup>	X			X			
Espace au sol					X		
P° EnR/Cep (autonomie du bâtiment et du territoire)							
Production EnR						X	
Régulation/gestion							X

Tableau 11 : Tableau de croisement entre valeurs et indicateurs

<sup>2</sup> Nous changeons « orientation soleil » qui faisait référence à la phase de conception par « apports solaires » qui relève de la phase de fonctionnement

## 3 Sélection d'indicateurs

### 3.1 Méthodologie

#### 3.1.1 Point de départ : valeurs et indicateurs identifiés dans la littérature prescriptive et complément

L'élaboration de la méthodologie s'appuie pour commencer sur la base de données formée des indicateurs identifiés dans les lectures des différents documents prescriptifs, auxquels s'ajoutent ceux rencontrés lors de lectures précédentes. Il nous a semblé, de plus, pertinent d'ajouter les indicateurs mis au point par le CSTB dans le cadre de leur étude « COMEPOS » (2014) qui a abouti sur une « proposition d'indicateurs et d'un référentiel définissant la maison à énergie positive ».

Un premier tri sera effectué dans cette base de données selon un critère que l'on peut qualifier de « destinataire » : la tablette mise au point par le projet Involved est en effet à destination des habitants mais également des gestionnaires et exploitants. Ne seront gardés que les indicateurs utiles à ces trois destinataires.

Une seconde étape de tri sera réalisée pour resserrer encore un peu la focale sur les objectifs d'Involved. Le panel d'indicateurs retenu doit être spécifiques à TED. En effet, TED se distingue d'un bâtiment à énergie positive « habituel » par plusieurs éléments, dont par exemple le fait qu'il s'agit d'un BEPOS tous usages, prenant donc en compte plus de postes de consommation, mais également par la présence d'une prime d'intéressement pour les usages vertueux ou la redistribution de l'électricité produite par les panneaux PV.

Une fois ces deux premières étapes réalisées, une comparaison sera réalisée entre les indicateurs retenus, caractérisés par leur spécificité envers la Tour Elithis, et les indicateurs CSTB, beaucoup plus généraux mais centrés sur la consommation et la production d'énergie à l'intérieur d'une maison.

Une question suivra cette comparaison : y a-t-il des usages de la Tour qui ne soient pas couverts par ces deux ensembles d'indicateurs ? Si oui, des indicateurs complémentaires seront alors créés pour que tous les usages et tous les usagers soient pris en compte.

Enfin, la dernière étape pour l'identification d'un panel d'indicateurs consistera à s'interroger sur l'efficacité de ces indicateurs au regard des travaux en sociologie et de l'utilisation de la tablette.

#### 3.1.2 Utilisation de la tablette : pondération par les travaux en sociologie (cf. I)

Grâce aux différents travaux mobilisés issus de la sociologie, la volonté est de créer une tablette dont l'utilisation devienne une pratique ou s'insère dans les pratiques déjà existantes reliées à l'énergie. Il faut donc comprendre comment il est possible de jouer

sur les aspects matériels, symboliques et cognitifs à intégrer dans la tablette pour qu'elle s'adresse de manière pertinente, et selon le but que nous nous sommes assignés, aux habitants, gestionnaires et exploitants du bâtiment.

Par ailleurs, nous avons vu que la consommation était influencée dans une certaine mesure par des facteurs externes. Nous pouvons dès à présent dire que la catégorie « caractéristiques du bâtiment » n'est pas pertinente pour comprendre la consommation puisque le bâtiment TED, de par sa conception, a été pensé pour que ses caractéristiques aillent dans le sens d'une consommation moindre voire nulle.

### *3.2 Pré-sélection des indicateurs selon les acteurs de la tour TED*

Du fait de la conception du bâtiment TED, l'indicateur « végétalisation du toit » doit être supprimé puisqu'aucune végétalisation n'a été prévue.

D'autre part, nous supprimons l'indicateur « espace au sol » puisque nous cherchons à identifier des indicateurs relatifs à l'usage et non à la conception.

Enfin, le groupement d'indicateurs relevant de la valeur « développement, attractivité, innovation » a été défini à partir de textes relevant d'une échelle spatiale plus large que le bâtiment. Si ce groupement ne paraît pas pertinent en tant que tel pour les acteurs, il transparaît néanmoins au sein d'indicateurs qui intéressent les acteurs, comme la production d'énergie renouvelable. Nous ne ferons donc plus apparaître ce groupement de valeurs dans la suite du document, mais il ne faut pas oublier que sa prise en compte est indirecte.

Nous définissons un indicateur comme efficace lorsqu'il est de nature à modifier les pratiques déjà existantes des acteurs des trois types. Nous proposons dans le tableau suivant de croiser les valeurs identifiées précédemment avec les acteurs intervenant dans l'usage du bâtiment. Le principe est d'identifier quelles valeurs peuvent être prises en compte par les acteurs du bâtiment lorsqu'il s'agit de traiter de la consommation d'énergie.

	HABITANTS	GESTIONNAIRES	EXPLOITANTS
<b>CONFORT DE L'OCCUPANT</b>			
Température ambiante intérieure	X	X	X
Taux de CO2	X	X	X
Facilité d'usage et réactivité des appareils	X	X	
<b>ATTENUATION DU CHANGEMENT CLIMATIQUE (GES ET EMISSIONS DE CARBONE)</b>			
Bilan carbone	X	x	X
<b>ECONOMIES FINANCIERES</b>			
Facture énergétique	X	X	X
<b>SOBRIETE ENERGETIQUE</b>			
Consommation d'énergie finale	X	X	X
Consommation d'énergie primaire	X	X	X
<b>CADRE DE VIE - ENVIRONNEMENT PROCHE - SANTE</b>			
Pollution de l'air	X		X
Chaleur estivale <sup>3</sup>	X		
Absence de nuisances sonores et olfactives			
Apports solaires <sup>4</sup>	X	X	X
<b>DEVELOPPEMENT - ATTRACTIVITE - INNOVATION</b>			
P° EnR/Cep (autonomie du bâtiment et du territoire)	X	X	X
<b>MAITRISE</b>			
Consommation d'énergie finale	X	X	X
Consommation d'énergie primaire	X ?	X	X
Production EnR		X	X
Régulation/gestion	X	x	X

Tableau 12 : Efficacité des indicateurs auprès des différents acteurs

### 3.2.1 Indicateurs supplémentaires au vu du référentiel CSTB

Au-delà des documents prescriptifs pesant sur le projet TED, il nous paraît nécessaire de tenir compte de publications récentes relatives à des indicateurs des bâtiments à énergie positive.

En l'absence de référentiel normatif national, le rapport de la recherche COMEPOS mené par le CSTB en 2014 pour le compte de l'ADEME est particulièrement intéressant car il vise justement à proposer des indicateurs pour un référentiel de maison à énergie positive<sup>5</sup>. Près d'une cinquantaine d'indicateurs sont proposés répartis dans des rubriques énergies, environnement, confort thermique, acoustique et visuel, qualité de l'air et coût. On y retrouve la majorité des indicateurs prescrits pour la tour TED mais pas ceux relatifs à la facilité d'usage, la chaleur estivale, le stockage et la capacité de gestion/régulation.

A l'inverse, la plupart des indicateurs CSTB n'apparaissent pas dans les documents prescriptifs de TED. Certains relevant de thèmes non pris en charge par le e-consulant

<sup>3</sup> Du fait de l'absence de climatisation, la chaleur estivale ne concerne pas les riverains mais seulement les habitants du bâtiment

<sup>5</sup> COSNIER M. REYNIER L. QUENARD D. PELE C. VISIER.JC. Proposition d'indicateurs et d'un référentiel définissant la maison à énergie positive, Rapport de recherche CSTB pour l'ADEME du 19 juin 2014, 85 pages

(mobilité, eau, déchets), invariant en phase de fonctionnement (Bbio, coût d'investissement) ou pour lequel l'utilisation énergétique du projet TED n'aura pas d'impact sur autrui (le bruit).

Nous retenons finalement comme indicateurs supplémentaires au vu de ce rapport :

- la température opérative intérieure : une combinaison de la température ambiante et des températures de parois,
- l'hygrométrie qui modifie la sensation de confort pour une même température ambiante ou opérative,
- le débit de ventilation amené dans une pièce et la vitesse d'air qui modifie aussi la sensation de confort
- la luminosité sous la forme d'un facteur de lumière de jour qui dépendra des revêtements et de l'aménagement intérieurs des pièces du logement et pourra être altérée par la fermeture des volets,
- la consommation de chaleur et celle d'électricité (à traiter de façon distinctive).

Le rapport du CSTB présentait en outre plusieurs indicateurs relatifs à la couverture de la consommation par la production du bâtiment et inversement de la part de la production injectée dans le réseau électrique. Pour le moment ces indicateurs ont peu de sens pour l'électricité car le tarif garanti d'achat conduit le consommateur à injecter l'ensemble de sa production photovoltaïque dans le réseau public de distribution. Mais des perspectives de l'énergie en ville laisse supposer que l'autoconsommation pourrait être importante, voire massive si les prix de détail de l'électricité fluctuent amplement (à l'image des prix de gros) et si le bâtiment dispose de moyens de stockage, des batteries électrochimiques bien sûr mais aussi du stockage thermique beaucoup moins onéreux<sup>6</sup>.

L'on peut donc imaginer que la gestion d'un bâtiment à énergie positive tel que TED joue avec les fluctuations de prix et/ou contribue aux efforts d'effacement en n'utilisant à certains moments que l'énergie qui a été stockée en son sein, ainsi les indicateurs de consommation d'énergie et de production d'ENR peuvent être combinés pour déterminer un indicateur d'autoconsommation. Ce ratios relève de la maîtrise et a des incidences sur la facture énergétique et le bilan carbone.

Nous obtenons alors le tableau suivant appliqué au projet TED :

---

<sup>6</sup> C'est l'une des hypothèses du livre Debizet G. (dir), 2016, Scénarios de transition énergétique en ville acteurs, régulations technologies, La documentation française mars 2016, 200 pages

	HABITANTS	GESTIONNAIRES	EXPLOITANTS
<b>Confort de l'occupant</b>			
Température opérative intérieure	X		
Taux de CO2	X	X	X
Facilité d'usage et réactivité des appareils	X		
Ventilation (vitesse et débit)	X		X
Luminosité (FLR)			
Hygrométrie			
<b>Atténuation du changement climatique (GES et émissions de carbone)</b>			
Bilan carbone	X	X	X
<b>Economies financières</b>			
Facture énergétique de consommation électrique et de chaleur finale	X	X	X
<b>Sobriété énergétique</b>			
Consommation d'énergie finale, chaleur et élec.	X	X	X
Consommation d'énergie primaire, idem	X ?	X	X
<b>Cadre de vie - environnement proche - santé</b>			
Pollution de l'air	X	X	
Chaleur estivale	X	X	
Absence de nuisances	X	X	
Orientation soleil	X	X	X
<b>Maîtrise</b>			
Consommation d'énergie finale chaleur et élec.	X	X	X
Consommation d'énergie primaire, idem			
P° EnR		X	X
Autoconsommation énergie finale	X	X	X
Régulation/gestion		x	X

Tableau 13 : Indicateurs complémentaires

### 3.2.2 Passage au crible selon les critères d'efficacité

L'efficacité d'un indicateur se définit, selon nous, par deux éléments : la valeur que cet indicateur mobilise ainsi que l'échelle. Nous avons précédemment effectué la sélection des indicateurs pertinents pour les différents usagers du bâtiment (cf. III.2.d).

En ce qui concerne l'échelle, nous pensons, au regard des travaux mentionnés dans le I., qu'il faut privilégier les indicateurs reflétant une action dont les conséquences vont dépasser le périmètre du logement, c'est-à-dire qui engagent la responsabilité de l'occupant vis-à-vis d'autrui.

En plus de la facture énergétique qui concerne directement le ménage, nous préconisons la publicisation des indicateurs qui ont une spatialité de conséquences plus large que le logement.



INDICATEURS	SPATIALITE LARGE DE CONSEQUENCES
Température intérieure	Oui
Taux de CO2	Non
Facilité d'usage et réactivité des appareils	Non
Ventilation (vitesse et débit)	Non
Luminosité (FLR)	Oui
Apports solaires	Oui
Hygrométrie	Non
Bilan carbone	Oui
Facture énergétique <sup>7</sup>	Non
Consommation d'énergie finale électricité et chaleur	Oui
Consommation d'énergie primaire	Oui
Apports solaires	Oui
Température intérieure ou opérative	Oui
Pollution de l'air	Oui
Chaleur estivale	Oui
Absence de nuisances	Oui
Orientation soleil	Non
P° EnR	Oui
Autoconsommation	Oui
Régulation/gestion	Oui

Tableau 14 : Spatialité des conséquences par indicateur

<sup>7</sup> La facture en euros est un indicateur plus palpable que la consommation énergétique exprimée en kWh.

## 4 Préconisation (Pacte et Elithis)

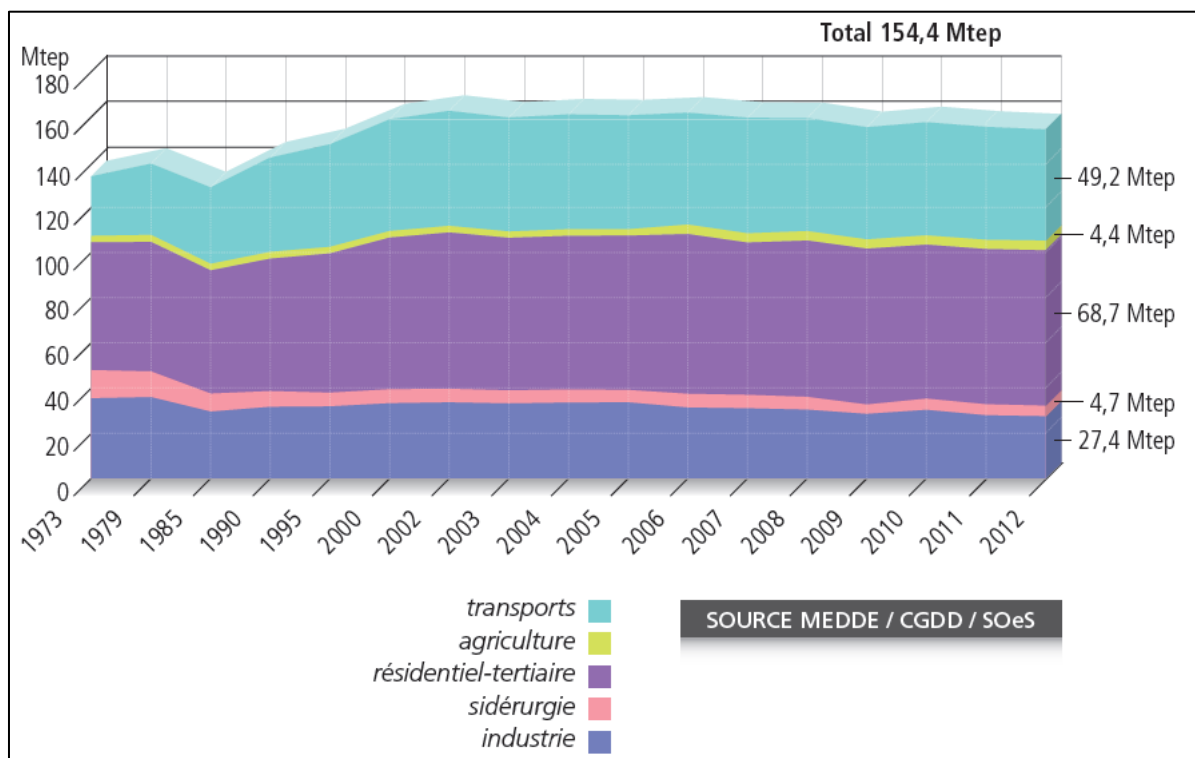
Avant de préconiser des indicateurs à retenir dans le cas du projet Involved et du bâtiment TED, cette partie mobilise les connaissances génériques sur les consommations énergétiques des bâtiments et leur monitoring dans le contexte français, elle présente ensuite dans le détail les mesures qui pourront être effectuées dans le bâtiment TED. Enfin, elle décrit la méthode d'ajustement des indicateurs et recommande les périmètres (usages, échelle, temporalité) selon lesquelles ces indicateurs pourraient être utilisés de façon pertinente pour les deux grandes catégories d'utilisateurs de l'e-consultant (occupants et gestionnaires/exploitants).

### 4.1 Les consommations énergétiques d'un bâtiment (Elithis)

#### 4.1.1 Contexte général

- Les consommations dans le secteur du bâtiment, et dans celui du logement en particulier

Le secteur du bâtiment représente 44% de la consommation d'énergie finale en France (source ADEME - « Chiffre-clés Bâtiment édition 2013 »). C'est la part la plus importante de la consommation en France avec 68,7 Mtep (tonne-équivalent pétrole) en 2012.



Source : ADEME - « Chiffre-clés Bâtiment édition 2013 »

Cette consommation peut être répartie entre le secteur résidentiel et le tertiaire. Toujours selon l'ADEME - « Chiffre-clés Bâtiment édition 2013 », la part des consommations dues au logement était de 40,9 Mtep en 2012, soit 59% de la consommation liée au secteur du Bâtiment.

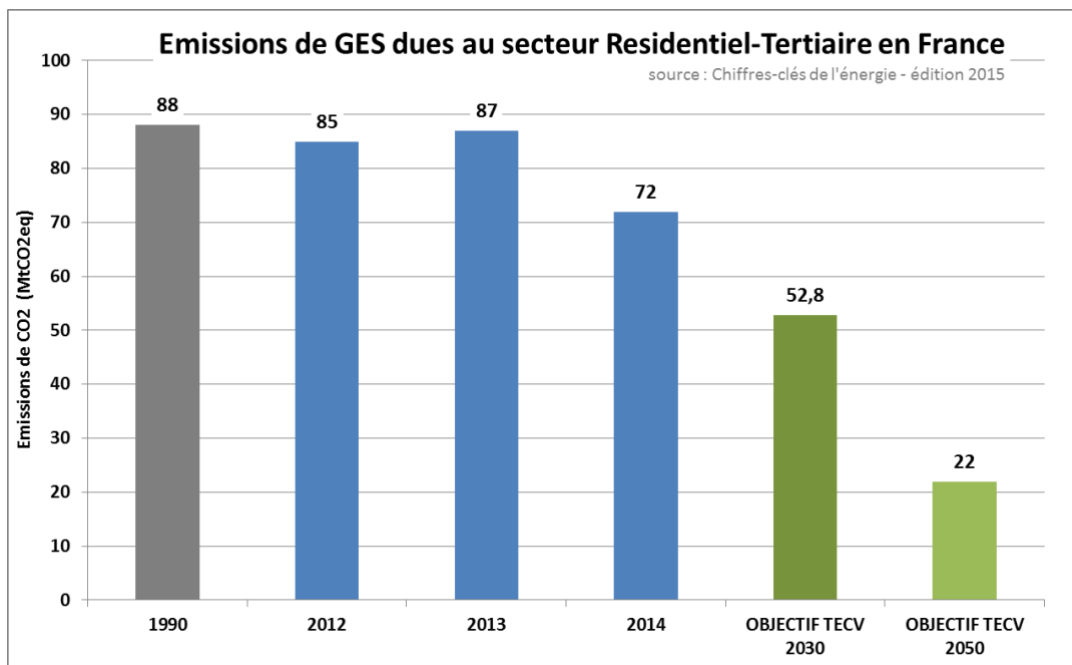
Dans les usages consommateurs d'énergie en logement, les principaux sont (ADEME – « Chiffre-clés Climat Air Energie édition 2014 ») :

- Le chauffage pour 67%
- L'eau chaude sanitaire pour 10%
- La cuisson pour 6%
- Les usages spécifiques électriques pour 16%

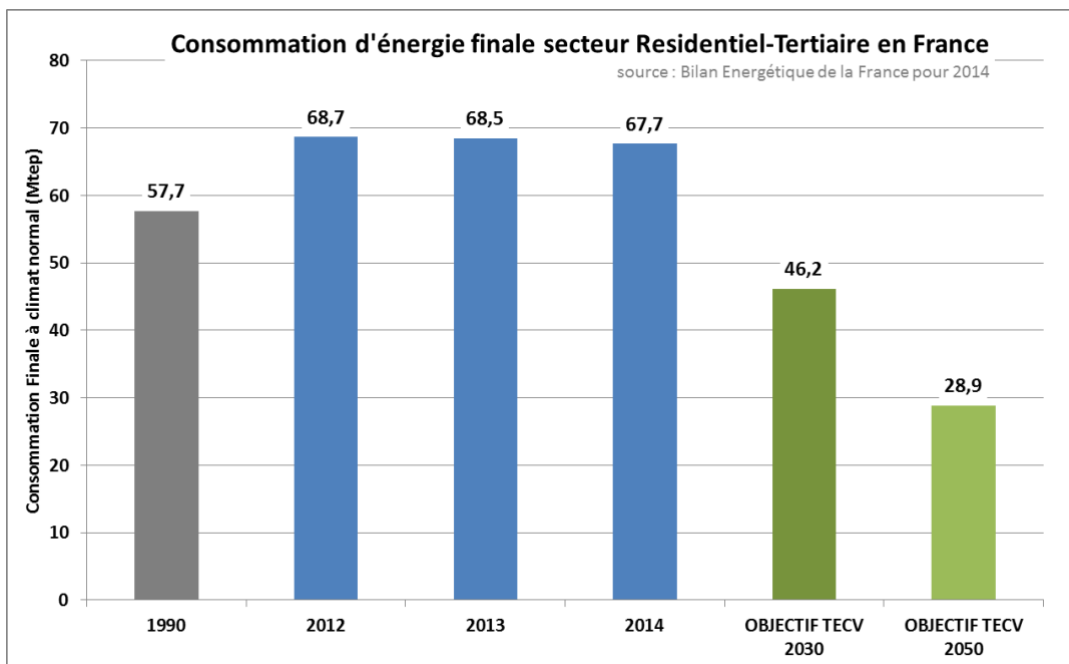
Dans le cadre de la loi de Transition Énergétique pour la Croissance Verte (loi TECV), des objectifs nationaux de réduction des consommations d'énergie ont été définis (loi n° 2015-992 du 17 août 2015).

Les deux principaux objectifs impactant le secteur du Bâtiment sont :

- **Réduire les émissions de gaz à effet de serre de 40% entre 1990 et 2030 et diviser par 4 ces émissions entre 1990 et 2050 :**



- **Réduire la consommation énergétique finale de 50% en 2050 par rapport à 2012, avec un objectif intermédiaire de 20% en 2030 :**



- Les actions gouvernementales sur le logement neuf pour diminuer ces consommations

L'un des leviers pour diminuer les consommations d'énergie du parc de bâtiment est la réduction des consommations énergétiques du parc neuf.

En effet, la consommation moyenne d'énergie finale du parc existant en 2012 est d'environ 180 kWh/m<sup>2</sup>, contre 240 kWh/m<sup>2</sup> en 1990 ou encore 350 kWh/m<sup>2</sup> en 1973. Cette amélioration est due principalement aux progrès réalisés sur les usages thermiques à savoir le chauffage, l'eau chaude sanitaire et la cuisson avec la mise en place des réglementations thermiques successives : la RT2000 (applicable à tous les bâtiments dont le dépôt de permis de construire est postérieur au 2 Juin 2001) et la RT2005 (applicable à partir du 1<sup>er</sup> septembre 2006).

Le chauffage est le poste de consommation d'énergie qui a le plus fortement diminué : la consommation unitaire de chauffage par logement a reculé de 1,8 %/ an depuis 1973 (-2,8 %/an entre 2005 et 2011) (source ADEME - « Chiffre-clés Climat Air Energie édition 2014 »), grâce à la construction de logements neufs performants, aux rénovations lourdes impulsées et à la diffusion de systèmes de chauffage efficaces, tels que les chaudières à condensation et les pompes à chaleur.

Pour les logements neufs, la réglementation thermique 2012 applicable depuis le 1er Janvier 2013 impose une consommation conventionnelle d'énergie primaire de 50 kWh/m<sup>2</sup> par an. Ce qui représente une diminution de plus de 66% de la consommation par rapport à la précédente réglementation thermique RT2005.

Une nouvelle réglementation devrait être mise en œuvre à compter de 2020 : les nouvelles constructions devront alors présenter une consommation en énergie primaire inférieure à la quantité d'énergie renouvelable produite par le bâtiment. Ainsi à partir de cette date tous les bâtiments neufs seront « à énergie positive ».

Ces obligations réglementaires ont pour but de diminuer les consommations énergétiques de l'ensemble du parc de bâtiments, afin d'avoir une consommation unitaire moyenne de 50 kWh/m<sup>2</sup> en 2050.

- La réglementation thermique 2012, l'affichage des consommations obligatoire en logements neufs

La réglementation thermique 2012 (RT2012) définie par l'arrêté du 26 octobre 2010, définit les exigences à respecter pour les bâtiments à usage d'habitation dont le dépôt de permis de construire a lieu après le 1<sup>er</sup> janvier 2013.

Ces exigences sont de 2 ordres : les exigences de performance énergétique (Titre II de l'arrêté du 26/10/2010) et celles de moyens (Titre III).

### **Exigences de performance énergétique de la RT2012**

Les exigences de performance énergétique imposent que :

- La Consommation en Energie Primaire du bâtiment « Cep » soit inférieure à 50 kWh/m<sup>2</sup>.an modulés en fonction de la zone géographique, de l'altitude, de la surface moyenne des logements et des émissions de gaz à effet de serre des énergies utilisées.
- Le Besoin Bioclimatique du bâtiment (Bbio) soit inférieur à un Bbiomax modulé en fonction de la zone géographique, de l'altitude, de la surface moyenne des logements
- La Température Intérieure Conventiennelle Tic soit inférieure à la Ticréf calculée par la méthode Th-BCE 2012

### **Exigences de moyens de la RT2012**

L'autre volet des exigences de la RT2012 sont les exigences de moyens. Celles-ci pour les bâtiments à usage d'habitation sont les suivantes :

- Obligation de recours à une source d'énergie renouvelable pour toute maison individuelle ou accolée
- La perméabilité à l'air du bâtiment doit être mesurée en fin de chantier et respecter une valeur maximale
- Une isolation minimale doit être prévue entre les logements et les parties de bâtiment tertiaire
- Les ponts thermiques (les points de rupture de l'isolant) doivent être traités pour que leur valeur moyenne soit inférieure à une limite définie par la RT2012
- Les surfaces de baies du bâtiment doivent être supérieures à 1/6 de la Surface Habitable pour assurer un éclairage naturel suffisant
- Le confort d'été doit être assuré en limitant la transmission de chaleur avec protection solaire des baies et en ayant la possibilité d'ouvrir 30% de la surface des baies
- Diverses obligations sont imposées aux lots techniques (chauffage, refroidissement, ventilation, électricité)
- Les consommations de chaque logement devront y être affichées et mises à jour.

Cette dernière obligation permet aux occupants d'être informés de leurs consommations d'énergie, de connaître les postes de consommation les plus importants et ainsi d'éventuellement les corriger. L'objectif de cet article de la RT2012 est de sensibiliser les occupants à leurs consommations énergétiques.

La RT2012 impose ainsi que :

- Les occupants soient informés de leurs consommations d'énergie à minima mensuellement
- Cette information soit délivrée dans le volume habitable
- Que les consommations d'énergie soient réparties selon les postes suivants : chauffage, refroidissement, production d'eau chaude sanitaire, réseau prises électriques, autres postes (cuisson par exemple)

#### 4.1.2 Les postes de consommation

- Consommations théoriques issues de la réglementation

Les consommations prises en compte dans la RT2012 sont les consommations dites « réglementaires » comportant les consommations de chauffage, refroidissement, eau chaude sanitaire, éclairage, ventilation, auxiliaires. Les autres postes ne sont pas pris en compte dans le calcul de l'exigence de performance énergétique. La raison de cette distinction est que la réglementation thermique étant un règlement de construction, elle prend en compte uniquement les consommations liées aux équipements immobiliers.

Le calcul thermique réglementaire a pour objectif d'assurer que le bâtiment est conforme à la loi, et non de prédire les futures consommations du bâtiment. En effet la loi impose de respecter une consommation maximale théorique à la livraison du bâtiment. Les données utilisées pour réaliser le calcul sont donc des données de construction connues mais surtout des données d'utilisation théoriques. Ces hypothèses sont définies par les règles Th-BCE RT2012.

Recourir à une utilisation standardisée du bâtiment est indispensable pour établir la conformité d'un bâtiment. En effet selon l'occupation du bâtiment, la rigueur hivernale, la température de chauffage choisie par l'utilisateur, la consommation d'eau chaude, les consommations d'un même bâtiment peuvent significativement fluctuer. Il est dès lors nécessaire dans l'établissement du calcul thermique de s'affranchir du comportement des occupants afin d'avoir une information sur la qualité énergétique intrinsèque du bâtiment et sa conformité à la loi.

Ce calcul se fait donc par une méthode de calcul des consommations conventionnelles qui s'appuie sur une utilisation standardisée du bâtiment, donc par définition non réelle, pour des conditions climatiques moyennes du lieu.

Quelques hypothèses de cette utilisation standardisée sont :

- 19°C en température de confort (16 h/jour),
- 16°C en température de réduit (8 h/jour) ;
- une rigueur climatique moyennée sur 30 ans ;
- ventilation en grand débit 1 h/jour ;
- consommation eau chaude 33 L 60°C/j/pers ;
- ouverture des volets optimale ;
- ...

Les consommations calculées par la RT2012 ne peuvent donc pas être comparées aux consommations réelles.

La réglementation donne une valeur de consommation maximale à ne pas dépasser. Cette consommation est la somme des consommations réglementaires. A noter que la production d'électricité à demeure peut être déduite à hauteur de 12 kWhep/m<sup>2</sup>.an maximum.

Ainsi l'exigence de consommation de la RT2012 peut être écrite de la manière suivante :

$$\mathbf{Cep = Cep_{CH} + Cep_{FR} + Cep_{ECS} + Cep_{ECL} + Cep_{VENT} + Cep_{AUX} - Cep_{PV} \leq Cep_{MAX}}$$

Avec

Cep (kWhep/m<sup>2</sup>.an) : Consommation d'énergie primaire réglementaire du bâtiment

Cep<sub>CH</sub> (kWhep/m<sup>2</sup>.an) : Consommation d'énergie primaire de chauffage du bâtiment

Cep<sub>FR</sub> (kWhep/m<sup>2</sup>.an) : Consommation d'énergie primaire de refroidissement du bâtiment

Cep<sub>ECS</sub> (kWhep/m<sup>2</sup>.an) : Consommation d'énergie primaire de production d'eau chaude sanitaire du bâtiment

Cep<sub>VENT</sub> (kWhep/m<sup>2</sup>.an) : Consommation d'énergie primaire de ventilation du bâtiment

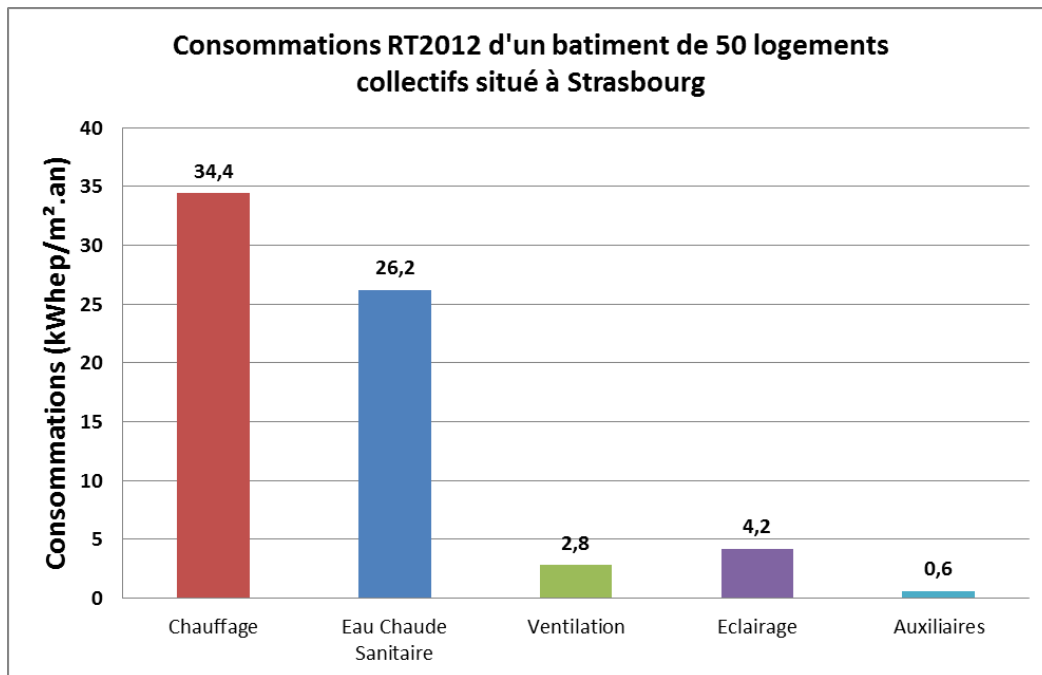
Cep<sub>AUX</sub> (kWhep/m<sup>2</sup>.an) : Consommation d'énergie primaire d'auxiliaires du bâtiment

Cep<sub>PV</sub> (kWhep/m<sup>2</sup>.an) : Consommation d'énergie primaire de production d'électricité du bâtiment

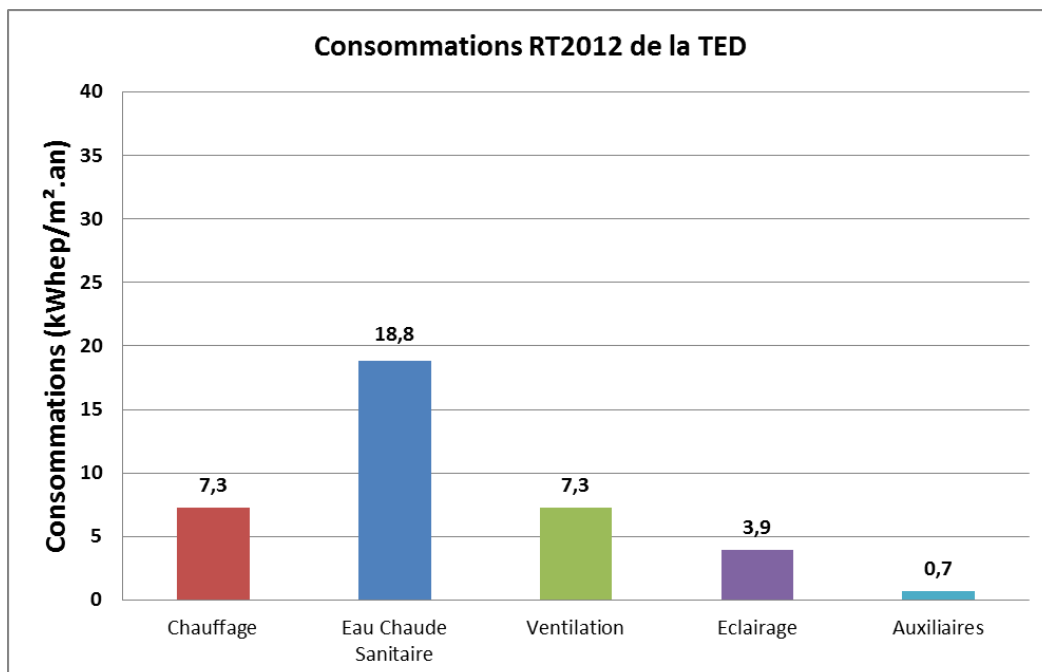
Cep<sub>MAX</sub> (kWhep/m<sup>2</sup>.an) : Consommation d'énergie primaire de chauffage du bâtiment

Il n'existe donc pas de valeur maximale pour chaque poste de consommation mais uniquement une exigence sur la somme des postes de consommation. Ceci permet de moduler l'un ou l'autre des postes de consommation en fonction des besoins.

Pour donner un ordre de grandeur des valeurs des consommations énergétiques réglementaires calculées par la RT2012 sur un bâtiment de 50 logements collectifs situé à Strasbourg (67), le calcul donne les résultats suivants :



Ces valeurs peuvent fortement évoluer en fonction de l'architecture du bâtiment, des caractéristiques d'enveloppe (isolation), et des systèmes énergétiques (chauffage, production d'eau chaude sanitaire, ventilation). Par comparaison les consommations RT2012 de la Tour Elithis Danube (TED) sont :



- Définition des différents postes de consommation

Les consommations énergétiques d'un bâtiment lui permettent d'assurer la salubrité et le confort de ses occupants. En effet de par son architecture et sa conception, le bâtiment doit en premier lieu être sain et confortable. Les consommations liées à ces fonctions sont donc réparties en plusieurs postes :



- **Chauffage** : consommations liées au chauffage. Elles dépendent de l'isolation du bâtiment, du type de ventilation, de l'orientation du bâtiment permettant les apports solaires, de la surface de parois donnant sur l'extérieur, de la fermeture des volets, mais aussi de la température intérieure réglée par l'utilisateur et de la température extérieure (rigueur hivernale notamment).
- **Eau Chaude Sanitaire (ECS)** : les consommations sont liées à la quantité et à la température de l'eau chaude puisée en fonction de l'usage propre à chaque occupant.
- **Refroidissement** : consommations liées à l'éventuelle climatisation installée. Elles dépendent de la température à laquelle le bâtiment est climatisé, de la durée de fonctionnement de la climatisation, de la fermeture des volets ou des rideaux, et de la température extérieure.
- **Eclairage** : Consommations d'éclairage du bâtiment. Dépendent des sources lumineuses installées ainsi que de leur temps d'utilisation. Certains types d'ampoules telles que les ampoules basse consommation, sont moins énergivores que d'autres. On peut distinguer les consommations d'éclairage des communs de celles privatives (situées dans chaque logement).
- **Ventilation** : consommations liées au ventilateur de la VMC. Elles dépendent de la technologie de la ventilation ainsi de la durée d'utilisation de la VMC en grande vitesse.
- **Auxiliaires** : consommations des pompes situées en chaufferie. Ces consommations sont liées aux consommations de chauffage et d'eau chaude sanitaire.
- **Autres liées aux Equipements domestiques privatifs** : consommations liées au mobilier propre à chaque usager :
  - Electroménager (froid cuisine notamment)
  - audiovisuel,
  - informatique,
  - cuisson,
  - équipements sur prises électriques,

#### 4.1.3 Campagnes de mesure de consommation réelles

De nombreuses campagnes de mesure ont été réalisées pour connaître les consommations réelles des bâtiments, en particulier sur les bâtiments livrés ces 10 dernières années.

On peut noter en particulier 2 études publiées en décembre 2015 par le CEREMA (Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement) et en avril 2016 par VAD (Ville et Aménagement Durable).

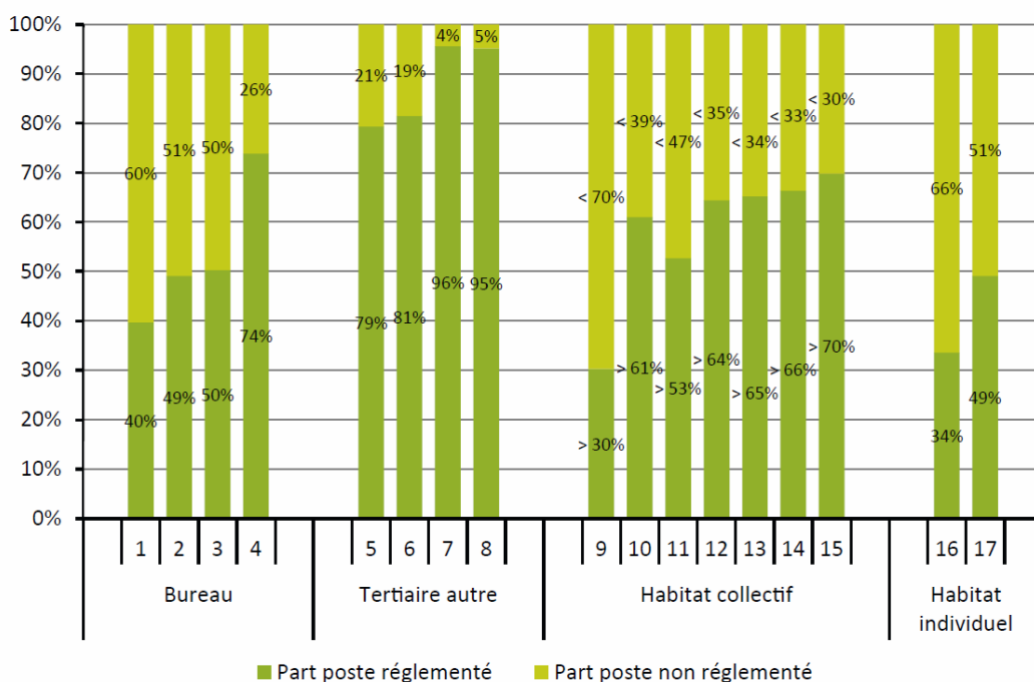
La première a été réalisée dans le cadre du programme PREBAT (Plateforme de Recherche et d'expérimentation sur l'énergie dans le bâtiment).

Cette publication capitalise les données de 60 bâtiments instrumentés à usage d'habitation ou tertiaire, neuf et rénovés et faisant l'objet d'un suivi des consommations énergétiques entre 2012 et 2015. Elle traite de la performance énergétique du bâtiment au regard de tous les postes de consommation, qu'ils soient ou non dans le champ d'application de la réglementation thermique.

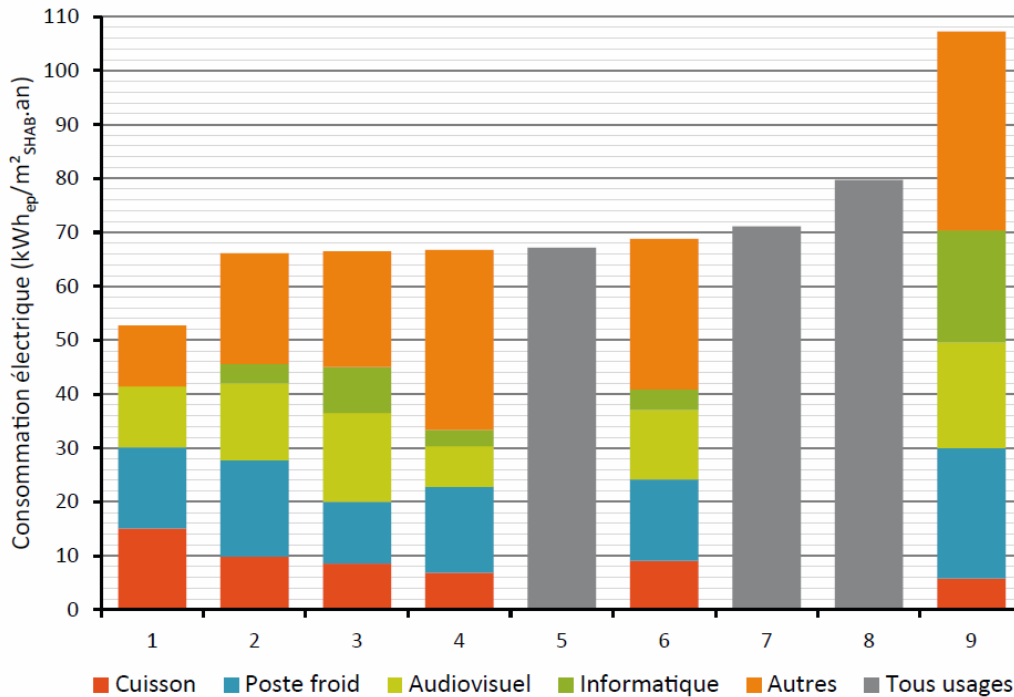
L'étude de VAD publiée en avril 2016 est la synthèse des études de suivi et d'évaluation menées sur 14 bâtiments exemplaires livrés entre 2006 et 2011.

Les résultats de l'étude du CEREMA montrent la répartition entre les postes réglementés et non réglementés pour les différents usages des bâtiments étudiés (voir ci-dessous).

Pour l'usage Habitat Collectif qui correspond à l'usage de la Tour Elithis Danube, la part des usages non réglementés varie entre 30% et 70%, soit entre 50 kWhep/m<sup>2</sup>.an et 110 kWhep/m<sup>2</sup>.an. Ces consommations sont principalement dues aux prises électriques, à l'audiovisuel et au poste froid (voir ci-dessous).



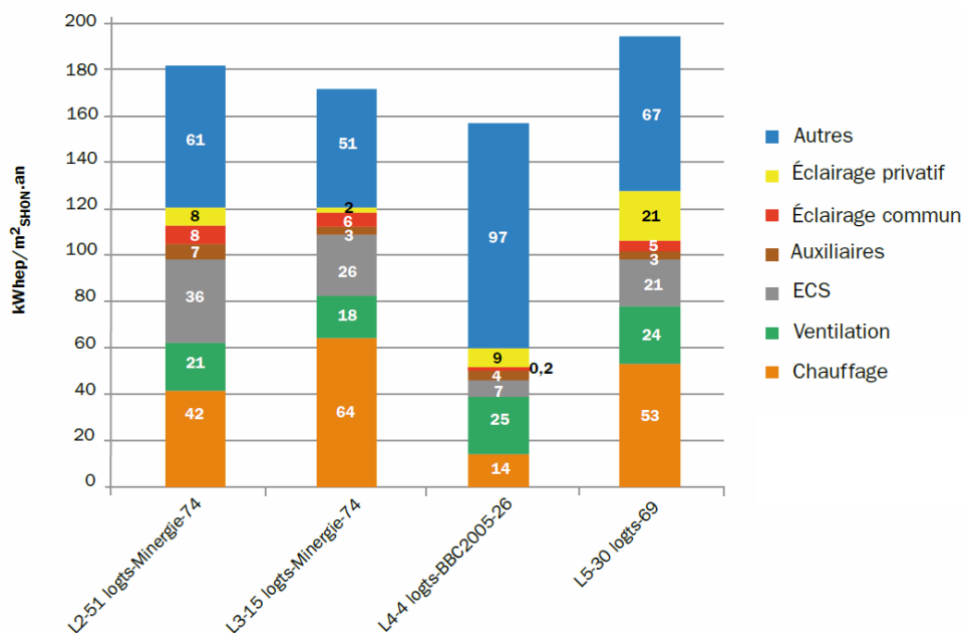
**Part des postes non réglementés dans la consommation totale** (source Cerema/ADEME programme PREBAT)



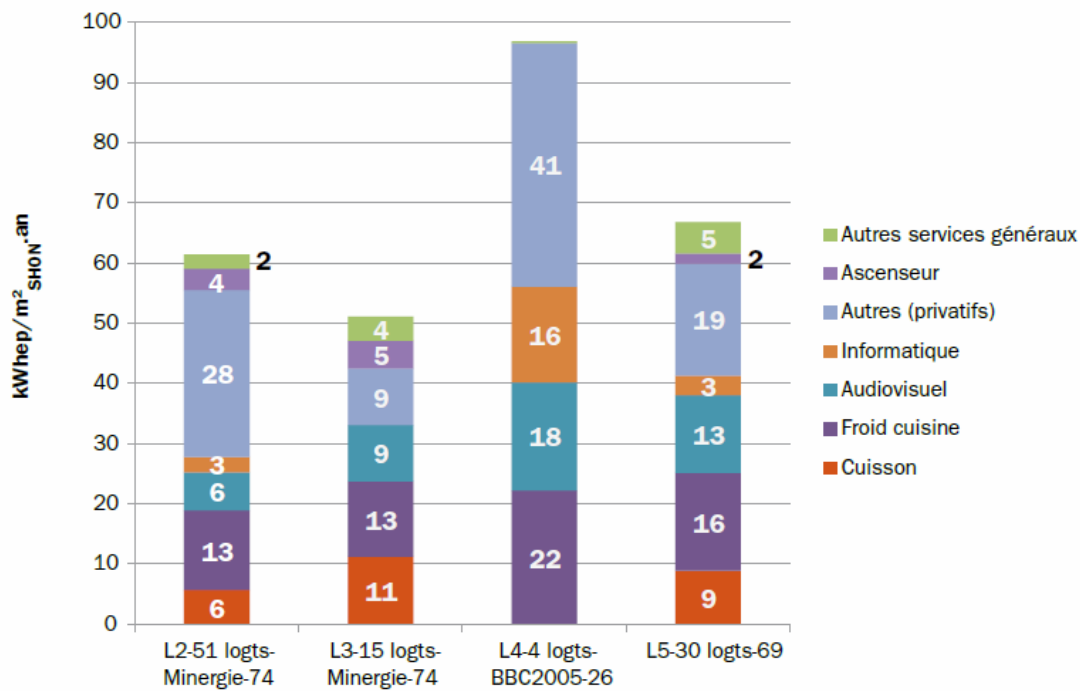
**Répartition des consommations privées des logements** (source Cerema/ADEME programme PREBAT)

Les résultats de l'étude de Ville & Aménagement Durable montre des ordres de grandeurs équivalents pour les consommations non réglementaires : entre 50 kWh<sub>ep</sub>/m<sup>2</sup>.an et 100 kWh<sub>ep</sub>/m<sup>2</sup>.an (poste « Autres » sur le graphe ci-dessous). Les postes non réglementaires sont là aussi prédominés par les consommations des prises électriques, de l'audiovisuel et du froid cuisine.

Les résultats figurent ci-dessous :

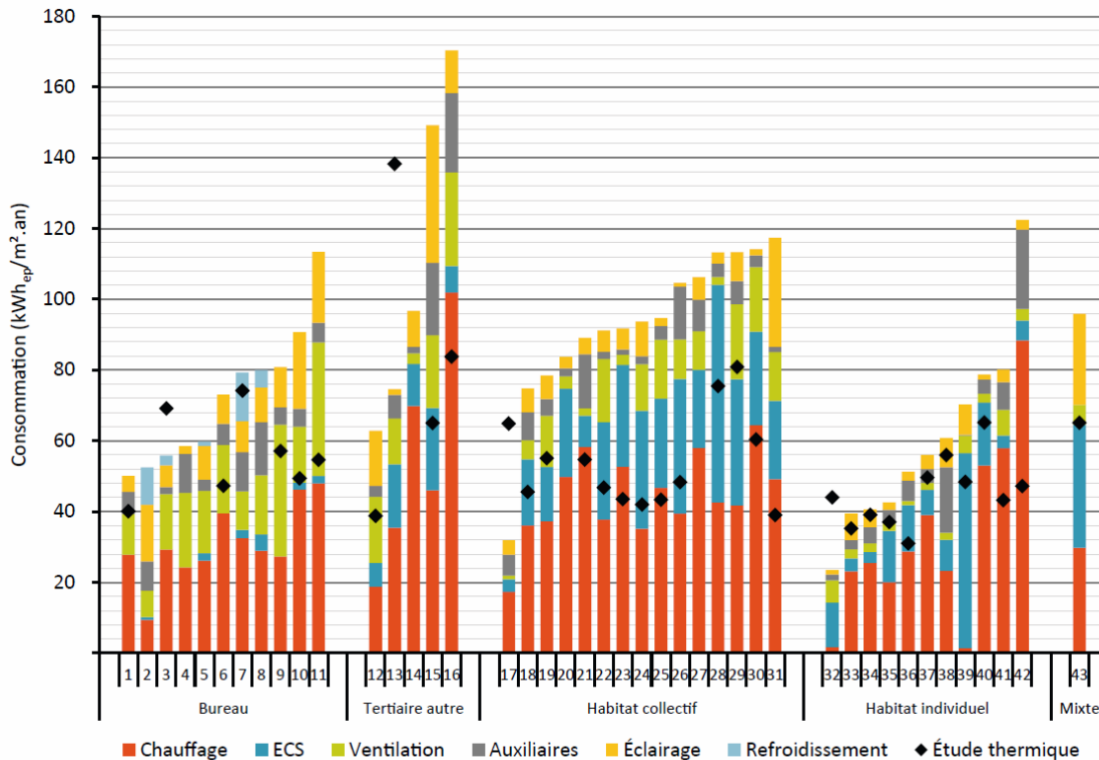


**Répartition de la consommation globale des logements** (source Ville & Aménagement Durable)



**Répartition des consommations privées des logements (source Ville & Aménagement Durable)**

Dans les postes réglementaires, les consommations prépondérantes sont celles de chauffage (entre 25% et 65% des consommations réglementaires) et celles d'eau chaude sanitaire. Celles-ci ont une part très variable des consommations réglementaires puisqu'elles se situent entre 10% et 50%.



**Consommations mesurées des postes réglementés (source Cerema/ADEME programme PREBAT)**

Ainsi sur ces deux campagnes de mesures, on retrouve des ordres de grandeur similaires, soit des consommations d'électricité privatives des logements qui se situent donc entre 30% et 60% des consommations totales.

Dans ces consommations privatives trois postes se détachent : le froid, l'audiovisuel et les prises électriques.

En dehors des consommations privatives les postes chauffage et ECS ont des valeurs aussi très importantes.

**4.2 Les éléments monitorés dans le projet TED (Elithis)**

**4.2.1 Architecture générale**

La solution domotique qui sera présente dans le projet TED se matérialisera par plusieurs éléments :

- Une box placée dans chaque logement
- Une tablette par logement, située dans le séjour et permettant d'accéder aux différents services. Ce sera le support de l'e-consultant
- Une application mobile pour les occupants
- Une application web pour le gestionnaire

Il y aura 2 échelles de monitoring :

- Un monitoring à l'échelle de chaque logement
- Un monitoring à l'échelle du bâtiment

Chaque échelle aura ses propres capteurs et compteurs qui seront enregistrés et pourront être affichés en fonction de leurs besoins.

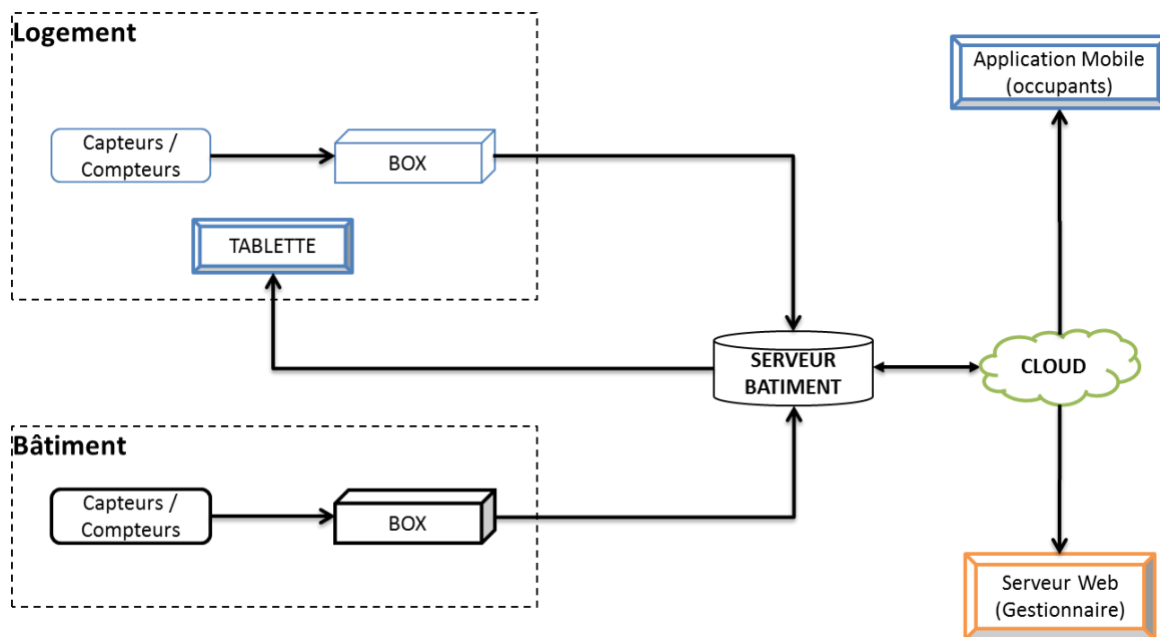
A l'échelle du logement il y aura 2 niveaux de comptages possibles :

- 1 niveau « Type 1 » qui sera déjà plus complet que le niveau réglementaire imposé par la RT2012 (voir chapitre précédent). Ce niveau sera celui de 52 logements.
- 1 niveau « Ville de Demain » qui intégrera des compteurs et capteurs complémentaires. Ce niveau sera celui de 11 logements.

Les données transiteront par un serveur commun situé dans le bâtiment. L'hébergement des données se fera via des ressources dématérialisées dans le cloud.

**Toutes les données seront stockées par pas de 5 min pendant les 3 dernières années, et à la journée pendant 10 ans.**

Le principe de communication dans le bâtiment sera le suivant :



a. A l'échelle du logement

- Monitoring dans un logement « Type 1 »

Les capteurs et compteurs présents dans un logement « Type 1 » permettront un suivi de l'état du logement plus précis que celui demandé par la réglementation thermique 2012.

### Sondes de température

**Chaque pièce** de chaque logement sera équipée d'une sonde de température communicante filaire de :

**Marque** : SCHNEIDER, HAGER ou techniquement équivalent ;

**Plage de mesure** : 0 à 40 °C ;

**Précision de mesure :** +/- 0,5 °C ;

Ces sondes permettront de mesurer la température de chaque pièce tout au long de l'année. Elles serviront notamment à la régulation du chauffage dans chaque pièce.

### Compteurs de chaleur

Chaque logement sera équipé d'un compteur de chaleur permettant de mesurer l'énergie demandée par le logement pour la somme des postes Chauffage + Eau Chaude Sanitaire.

La précision de ce compteur sera de 1 kWh.

Un compteur volumétrique (précision de mesure : 1 litre) sera placée sur le départ Eau Chaude Sanitaire et permettra de mesurer précisément la consommation d'eau chaude sanitaire.

La consommation de chauffage sera obtenue par différence entre ces 2 mesures.

### Compteurs électriques

Chaque logement sera équipé de plusieurs compteurs électriques :

- Total Logement,
- Comptage prises et alimentations électriques Cuisine,
- Comptage éclairage fixe,
- Comptage équipements techniques logement (pompes chauffage, ventilation individuelle),
- Comptage prises électriques séjour,
- Autres prises électriques (chambres, Salle de bain, WC, hall).

Ainsi les données et postes de consommation qui pourront être mesurés dans chaque logement « Type 1 » seront :

<b>Température</b>	par pièce
--------------------	-----------

### Consommations réglementaires

Chauffage	Total logement
Eau Chaude Sanitaire	Total logement
Eclairage	Total logement
Ventilation	Total logement
Auxiliaires	Total logement

### Consommations non réglementaires :

Cuisine	Total Cuisine (Cuisson + Froid + Electroménager)
Séjour	Total Séjour (Audiovisuel + Informatique + Eclairage Nomade + autres appareils)
Autres prises électriques	Total Logement (Audiovisuel + Informatique + Eclairage Nomade + appareils électriques divers)

#### 4.2.2 Monitoring dans un logement type « Ville de Demain »

Les capteurs et compteurs présents dans les logements type « Ville de Demain » seront à minima les mêmes que ceux des logements « Type 1 ». Des capteurs et compteurs supplémentaires y seront mis en œuvre.

##### **Sondes de température et d'hygrométrie**

**Le séjour et la chambre principale** de chaque logement « Ville de Demain » seront équipés d'une sonde de température et d'hygrométrie communicante filaire de :

**Marque** : SCHNEIDER, HAGER ou techniquement équivalent ;

**Plage de mesure de température** : 0 à 40 °C ;

**Précision de mesure de température**: +/- 0,5 °C ;

**Plage de mesure d'hygrométrie** : 0 à 100% ;

**Précision de mesure d'hygrométrie**: +/- 0,40 % ;

Les autres pièces seront équipées de sondes de température identiques à celles des logements « Type 1 ».

##### **Compteurs de chaleur**

Les consommations de chauffage et d'eau chaude sanitaire seront mesurées de la même façon que dans les logements type 1 : un compteur calorifique mesurera la consommation totale Chauffage + Eau Chaude Sanitaire, un autre mesurera la consommation d'Eau Chaude Sanitaire seule. Le chauffage sera déduit de ces 2 mesures.

##### **Compteurs électriques**

Les compteurs électriques prévus dans les logements « Ville de Demain » sont :

- Les compteurs prévus pour les logements « Type 1 »
- Comptage prise réfrigérateur (poste Froid)
- Comptage prise électrique situé à côté de la prise réseau informatique du séjour (poste Informatique)
- Comptage prise électrique situé à côté de la prise TV du séjour (poste Audiovisuel)
- Comptage prise Plaque Cuisson
- Comptage prise Four

Les mesures et postes de consommation qui pourront être mesurés dans chaque logement « Ville de Demain » seront :



<b>Température</b>	par pièce
<b>Hygrométrie</b>	Séjour et Chambre Principale

### Consommations réglementaires

Chauffage	Total logement
Eau Chaude Sanitaire	Total logement
Eclairage	Total logement
Ventilation	Total logement
Auxiliaires	Total logement

### Consommations non réglementaires

Cuisine	Total Cuisine (Cuisson + Froid + Electroménager)
Froid	Réfrigérateur
Cuisson	Plaques de cuisson
Cuisson	Four
Electroménager	Total Cuisine
Séjour	Total Séjour (Audiovisuel + Informatique + Eclairage Nomade + autres appareils)
Informatique	Total Séjour
Audiovisuel	Total Séjour
Eclairage Nomade + autres appareils	Total Séjour
Autres prises électriques	Total Logement (Audiovisuel + Informatique + Eclairage Nomade + appareils électriques divers)

#### 4.2.3 A l'échelle du bâtiment

De nombreux capteurs et compteurs seront mis en œuvre à l'échelle du bâtiment.

#### Sondes

- La sous-station de réseau de chaleur sera équipée d'une sonde de température qui aura les caractéristiques suivantes :
  - o Précision : 1 °C ;
  - o Plage de mesure : 0°C à + 100°C.
- Le circuit de chauffage sera équipé de 2 sondes de température permettant de mesurer les niveaux de température sur l'aller et le retour de ce circuit.
- Une sonde de température extérieure sera placée au Nord du bâtiment pour éviter son ensoleillement qui pourrait fausser la mesure.
- Une station météo sera positionnée en toiture du Bâtiment. Elle sera équipée de :
  - o Anémomètre (permettant de mesurer la vitesse du vent)
  - o Girouette (permettant de mesurer la direction du vent)
  - o Pyranomètre (permettant de mesurer le rayonnement solaire)
  - o Sondes de température et d'hygrométrie ;
  - o Mesure de Pression atmosphérique

## Compteur de chaleur

Un compteur calorifique sur le départ Chauffage + Eau Chaude Sanitaire sera mis en œuvre. Il permettra de mesurer la consommation totale de ces 2 postes sur l'ensemble des logements.

## Compteurs électriques

- Comptage général sur l'abonnement tarif jaune Services Généraux Tour
- Comptage sur l'injection d'électricité photovoltaïque
- Comptage ascenseur 1
- Comptage ascenseur 2
- Comptage éclairage escalier
- Comptage éclairage locaux communs RDC
- Comptage éclairage circulations communes
- Comptage salle commune R+16
- Comptage équipements ventilations / désenfumage communs
- Comptage de l'alimentation électrique des pompes et circulateurs de chauffage et d'eau chaude sanitaire situés en sous-station
- Comptage de l'alimentation électrique de la régulation de la sous-station

Les mesures et consommations qui seront donc disponibles à l'échelle du bâtiment sont donc :

<b>Température</b>	Sous-station
<b>Température</b>	Départ/retour circuit Chauffage / Eau Chaude Sanitaire
<b>Température</b>	Extérieure
<b>Hygrométrie</b>	Extérieure
<b>Vent</b>	Vitesse et Direction
<b>Ensoleillement</b>	Rayonnement solaire
<b>Pression atmosphérique</b>	Extérieure

## Consommations réglementaires

Chauffage + Eau Chaude Sanitaire	Total bâtiment
Eclairage	Total Escaliers
Eclairage	Total Circulations communes
Eclairage	Total locaux communs RDC
Ventilation	Total bâtiment
Auxiliaires	Régulation sous-station
Auxiliaires	Pompes et circulateurs sous-station
Photovoltaïque	Total bâtiment

## Consommations non réglementaires :

Ascenseurs	Par ascenseur
Salle Commune R+16	Total salle
Désenfumage	Total bâtiment

#### 4.3 Affinement des indicateurs (PACTE + Elithis)

- a. Passage en revue et proposition pour chaque indicateur présélectionné d'un utilisateur (habitants, gestionnaire et exploitant), échelle spatiale, usage énergétique, temporalités...

Comme nous l'avons écrit dans le III.1.b., nous souhaitons que l'utilisation de la tablette devienne une pratique ou s'inscrive dans des pratiques déjà existantes relatives à l'énergie.

Nous avons vu dans le I.2.b qu'une pratique est constituée de trois éléments imbriqués (un aspect matériel, un aspect symbolique et des compétences). Nous proposons donc que les indicateurs sélectionnés disposent de cette triple dimensionnalité. De plus, nous ajouterons une quatrième condition : l'usager du bâtiment doit pouvoir agir suite au message délivré par l'indicateur.

Nous résumons ces quatre conditions dans le tableau suivant :

Conditions (socio des pratiques)	Adaptation au projet Involved
Symbole, sens	Suscitant l'envie d'agir
Matérialité	Mesurable (possibilité matérielle)
Compétences	Appréhensible (capacité matérielle à agir) Compréhensible (seulement cognitif)

Tableau 15 : Présentation des caractéristiques discriminantes pour les indicateurs retenus

Nous définissons ainsi les caractéristiques :

- Mesurable : possibilité offerte par les techniques de monitoring de la tour TED pour produire l'indicateur. Cette possibilité peut varier selon les échelles spatiales, les échelles temporelles et les usages (5 usages règlementaires + électro-domestique)
- Compréhensible : possibilité moyennant des apports de connaissances par l'e-consultant que l'utilisateur puisse comprendre le lien entre l'indicateur - calculé à différentes échelles spatiales et temporelles et pour différents usages - et ses pratiques.
- Suscitant l'envie d'agir : aptitude de l'indicateur - calculé à différentes échelles spatiales et temporelles et pour différents usages - à renvoyer aux valeurs correspondant à cet indicateur.
- Appréhensible : capacité de l'utilisateur à agir dans le but de modifier la valeur de l'indicateur ; en général une action appréhensible à une échelle donnée (par exemple, la pièce), a des impacts à une échelle plus large (logement, bâtiment, voire au-delà).

Nous testons ces caractéristiques sur quelques indicateurs : la facture énergétique, les apports solaires, la température intérieure et le bilan carbone. Chacun de ces indicateurs sera soumis à deux types d'utilisateurs : les habitants d'un côté et les gestionnaires et exploitants de l'autre. Comme il s'agit d'un bâtiment BEPOS tous usages, nous mobilisons les cinq usages règlementaires définis par la RT 2012, mais nous les amendons : le bâtiment n'étant pas équipé avec la climatisation, nous remplaçons ce poste par la ventilation. Nous ajoutons également la consommation pour le poste « électro-domestique ».

Outre ces premiers éléments, les messages délivrés par les indicateurs devront s'inscrire dans une double dimension, à la fois temporelle et spatiale.

#### 4.3.1 Résultat : domaine de pertinence des indicateurs (PACTE + Elithis)

Les tableaux suivants synthétisent les échelles spatiales et temporelles pour lesquelles l'indicateur paraît faisable (mesurable et appréhendable) et pertinent (susitant l'envie d'agir et compréhensible) en fonction des utilisateurs auxquels ils s'adressent.

##### 4.3.1.1 Facture énergétique

Facture énergétique - habitants										
	Pièce	Logement	Bâtiment	Minute	Heure	Jour	Semaine	Mois	Trimestre	Année
Mesurable			Chauffage ECS Ventilation Ecl							
		Elec-dom Audiovi								
Compréhensible		Chauffage ECS Ventilation Ecl Elec-dom Audiovi								
Suscitant l'envie d'agir		Chauffage ECS Ventilation Ecl Elec-dom Audiovi								
Appréhendable			Chauffage ECS Ventilation Ecl Elec-dom Audiovi							
		Appartements "ville de demain" mais pas standard								

Facture énergétique - gestionnaires & exploitants											
	Pièce	Logement	Bâtiment	Minute	Heure	Jour	Semaine	Mois	Trimestre	Année	
Mesurable			Chauffage								
cf rq 1			ECS								
			Ventilation								
			Ecl								
			Elec-dom								
			Audiovi								
			Auxiliaires								
Compréhensible			Chauffage								
			ECS								
			Ventilation								
			Ecl								
			Elec-dom								
			Audiovi								
			Auxiliaires								
Suscitant l'envie d'agir			Chauffage								
cf rq 2			ECS								
			Ventilation								
			Ecl								
			Elec-dom								
			Audiovi								
			Auxiliaires								
Appréhensible			Chauffage								
cf rq 3			ECS								
			Ventilation								
			Ecl								
			Elec-dom								
			Audiovi								
			Auxiliaires								
rq1 : accès aux mesures par logement et par pièce à valider en fonction des restrictions CNIL (confidentialité des données) rq2 : envie d'agir limitée par la retenue face au sentiment d'intrusion par les occupants rq3 : factures de chauffage, d'ECS, electro-dom et audiovisuel appréhendables par le gestionnaire/exploitant uniquement via des campagnes de sensibilisation car pas de commande physique disponible pour agir sur ces indicateurs Via campagnes de sensibilisation, pas de commande "physique"											

### 4.3.1.2 Apports solaires

Apports solaires - habitants											
	Pièce	Logement	Bâtiment	Minute	Heure	Jour	Semaine	Mois	Trimestre	Année	
Mesurable			Chauffage-confort								
Compréhensible			Chauffage-confort								
Suscitant l'envie d'agir			Chauffage-confort								
Appréhensible			Chauffage								

Apports solaires - gestionnaires & exploitants											
	Pièce	Logement	Bâtiment	Minute	Heure	Jour	Semaine	Mois	Trimestre	Année	
Mesurable			Chauffage-confort								
Compréhensible			Chauffage-confort								
Suscitant l'envie d'agir			Chauffage-confort								
Appréhensible			Chauffage-confort								

### 4.3.1.3 Température intérieure

Température intérieure - habitants											
	Pièce	Logement	Bâtiment	Minute	Heure	Jour	Semaine	Mois	Trimestre	Année	
Mesurable		Chauffage									
		ECS									
		Ventilation									
		Ecl									
		Elec-dom									
		Audiovi									
Compréhensible		Chauffage									
		ECS									
		Ventilation									
		Ecl									
		Elec-dom									
		Audiovi									
Suscitent l'envie d'agir		Chauffage									
		ECS									
		Ventilation									
		Ecl									
		Elec-dom									
		Audiovi									
Appréhendable		Chauffage									
		ECS									
		Ventilation									
		Ecl									
		Elec-dom									
		Audiovi									

Température intérieure - gestionnaires & exploitants											
	Pièce	Logement	Bâtiment	Minute	Heure	Jour	Semaine	Mois	Trimestre	Année	
Mesurable			Chauffage								
			ECS								
			Ventilation								
			Ecl								
			Elec-dom								
			Audiovi								
Compréhensible			Chauffage								
			ECS								
			Ventilation								
			Ecl								
			Elec-dom								
			Audiovi								
Suscitent l'envie d'agir cf rq2			Chauffage								
			ECS								
			Ventilation								
			Ecl								
			Elec-dom								
			Audiovi								
Appréhendable cf rq3			Chauffage								
			ECS								
			Ventil								
			Ecl								
			Elec-dom								
			Audiovi								

rq2 : envie d'agir limitée par la retenue face au sentiment d'intrusion par les occupants

rq3 : factures de chauffage, d'ECS, electro-dom et audiovisuel appréhendables par le gestionnaire/exploitant uniquement via des campagnes de sensibilisation car pas de commande physique disponible pour agir sur ces indicateurs

### 4.3.1.4 Bilan carbone

Bilan carbone - habitants												
	Pièce	Logement	Bâtiment	Minute	Heure	Jour	Semaine	Mois	Trimestre	Année		
Mesurable			Chauffage									
			ECS									
			Ventilation									
			Ecl									
			Elec-dom									
			Audiovi									
Compréhensible			Chauffage									
			ECS									
			Ventilation									
			Ecl									
			Elec-dom									
			Audiovi									
Suscitant l'envie d'agir			Chauffage									
			ECS									
			Ventilation									
			Ecl									
			Elec-dom									
			Audiovi									
Appréhendable			Chauffage									
			ECS									
			Ventilation									
			Ecl									
			Elec-dom									
			Audiovi									

Pour comprendre la variabilité de ratio kgeqCO2 selon la saison et le jour de semaine (perspective autoconsommation/stockage)

Bilan carbone - gestionnaires & exploitants												
	Pièce	Logement	Bâtiment	Seconde	Heure	Jour	Semaine	Mois	Trimestre	Année		
Mesurable			Chauffage									
cf. rq1			ECS									
			Ventilation									
			Ecl									
			Elec-dom									
			Audiovi									
			Auxiliaires									
Compréhensible			Chauffage									
			ECS									
			Ventilation									
			Ecl									
			Elec-dom									
			Audiovi									
			Auxiliaires									
Suscitant l'envie d'agir			Chauffage									
cf rq2			ECS									
			Ventilation									
			Ecl									
			Elec-dom									
			Audiovi									
			Auxiliaires									
Appréhendable			Chauffage									
cf rq3			ECS									
			Ventilation									
			Ecl									
			Elec-dom									
			Audiovi									
			Auxiliaires									

Via campagnes de sensibilisation, pas de commande "physique"

rq1 : accès aux mesures par logement et par pièce à valider en fonction des restrictions CNIL (confidentialité des données)

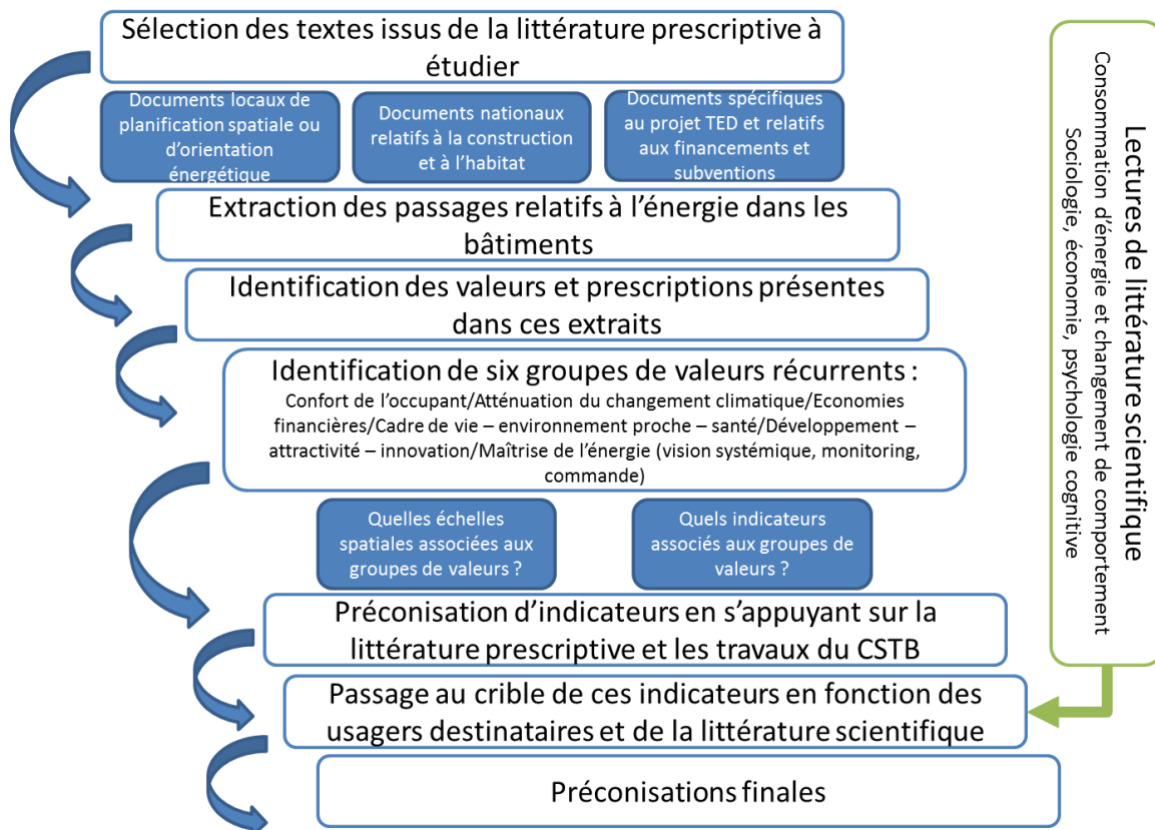
rq2 : envie d'agir limitée par la retenue face au sentiment d'intrusion par les occupants

rq3 : factures de chauffage, d'ECS, electro-dom et audiovisuel appréhendables par le gestionnaire/exploitant uniquement via des campagnes de sensibilisation car pas de commande physique disponible pour agir sur ces indicateurs

## Conclusion (Pacte-Elithis)

Au travers de la conclusion, nous souhaitons aborder plusieurs points. Dans un premier temps, nous souhaitons revenir rapidement sur la méthode qui a été suivie tout au long du projet afin d'aboutir à la préconisation d'indicateurs. Dans un second temps, nous reviendrons sur certaines caractéristiques qui nous semblent indispensables pour que les indicateurs sélectionnés soient le plus efficaces et pertinents possibles : la mise en avant de la dimension collective des actions et de leurs conséquences, l'adéquation entre les valeurs portées par la littérature prescriptive et les indicateurs sélectionnés, l'adéquation des indicateurs en fonction des publics usagers.

Le travail que nous présentons ici est le fruit d'une méthode que nous pouvons schématiser de la manière suivante :



Deux types de travail ont donc été menés en parallèle. D'un côté, le travail s'est concentré sur la littérature prescriptive et les textes administratifs et réglementaires ayant une incidence sur le déroulement du projet TED. Nous nous sommes concentrés sur les valeurs et prescriptions véhiculés par ces textes pour tenter de comprendre ce qui a pu guider les décisions administratives et réglementaires. De l'autre, nous avons cherché à enrichir notre approche en mobilisant les travaux scientifiques, de disciplines diverses (sociologie, psychologie cognitive ou économie) afin de comprendre le plus finement possible les mécanismes à l'œuvre en matière de consommation, de changement comportemental et de décision.



Le travail issu de cette méthode a été riche d'enseignements. Nous souhaitons insister une nouvelle fois sur plusieurs des caractéristiques nécessaires aux indicateurs pour ces derniers soient efficaces (au sens où nous l'avons défini à savoir « capables de modifier les pratiques déjà existantes »). En effet, à la lecture des travaux scientifiques relatifs à la consommation d'énergie et au changement de comportement à long terme, l'indicateur doit être chargé d'une dimension collective. L'indicateur et le message qu'il délivre ne doit pas être à destination de l'utilisateur comme individu isolé. A l'inverse, l'indicateur devrait mettre en avant les conséquences collectives des actes décidés par un usager puisque c'est de cette manière, selon la littérature, que les changements peuvent être effectifs à long terme.

Par ailleurs, nous avons écrit plus haut que les valeurs portées par chaque individu avaient une dimension normative et prescriptive, ce qui les place au cœur de la prise de décision et de l'action. C'est pourquoi, outre la dimension collective mentionnée dans le paragraphe précédent, il est nécessaire que les indicateurs sélectionnés pour intégrer l'e-consultant résonnent avec les valeurs identifiées lors de la lecture de la littérature prescriptive. Nous reproduisons ici le tableau issu du croisement entre les indicateurs identifiés pendant les lectures et les valeurs. On peut alors constater que certains indicateurs contiennent plusieurs valeurs mais aussi qu'un même groupe de valeurs se reflète dans plusieurs indicateurs.

	Confort de l'occupant	Atténuation du changement climatique (émissions CO2)	Economies financières	Sobriété énergétique	Cadre de vie - environnement proche - santé	Développement - attractivité - innovation	Maîtrise
Température ambiante intérieure	X			X			
Taux de CO2	X						
Facilité d'usage et réactivité des appareils	X						
Bilan carbone		X					
Facture énergétique			X				
Consommation d'énergie finale chaleur et élec.				X			X
Consommation d'énergie primaire chaleur et élec.				X			X
Pollution de l'air					X		
Chaleur estivale					X		
Nuisances sonores ou olfactives					X		
Apports solaires passifs <sup>8</sup>	X			X			
P° EnR/Cep (autonomie du bâtiment et du territoire)							
Production EnR						X	
Autoconsommation			X				X
Régulation/gestion							X

**Tableau 16 Récapitulatif indicateurs retenus par rapport aux valeurs observées ou probables dans le futur**

<sup>8</sup> Nous changeons « orientation soleil » qui faisait référence à la phase de conception par « apports solaires » qui relève de la phase de fonctionnement

Enfin, le troisième et dernier point sur lequel nous souhaitons nous arrêter est la diversité des publics auxquels s'adresse la tablette. En effet, les demandes et besoins des habitants de la tour TED ne seront pas les mêmes que ceux des gestionnaires et exploitants. Nous avons présentés plus haut des tableaux présentant, pour quelques indicateurs, les dimensions spatiale et temporelle des quatre caractéristiques que nous posons comme nécessaires pour les indicateurs (mesurable, compréhensible, suscitant l'envie d'agir et appréhendable). Des tableaux détaillés ont été réalisés mais suite à ces réflexions, il nous est apparu que ces quatre caractéristiques ne sont pas simultanément toutes nécessaires pour qu'une action soit réalisée. Ainsi, en ce qui concerne les habitants, nous émettons le postulat qu'il n'est pas nécessaire que les informations soient comprises. Pour les habitants, la caractéristique « compréhensible » vient donc en plus. En ce qui concerne les gestionnaires et exploitants, la configuration est différente puisqu'on peut supposer que ces usagers disposent de connaissances techniques. Il nous semble que c'est plutôt l'envie d'agir qui vient se placer à l'écart pour la réalisation d'une action. Nous avons alors repris les tableaux mettant en lien les échelles spatiales et temporelles avec les caractéristiques des indicateurs. Nous avons compressé les trois caractéristiques simultanément nécessaires pour chaque groupe d'utilisateur (habitants ou gestionnaires & exploitants) et gardé telle quelle la caractéristique restante. Nous obtenons les tableaux suivants, qui constituent les premiers résultats quant à nos préconisations d'indicateurs contenus par la tablette, ainsi que des modalités de présentation de ces derniers.

- Facture énergétique

Facture énergétique - habitants										
	Pièce	Logement	Bâtiment	Minute	Heure	Jour	Semaine	Mois	Trimestre	Année
Mesurable		Chauffage								
Appréhendable		ECS								
Envie		Ventilation								
		Ecl								
		Elec-dom								
		Audiovi								
Compréhensible		Chauffage								
		ECS								
		Ventilation								
		Ecl								
		Elec-dom								
		Audiovi								

Tableau 17 Domaine de pertinence indicateur facture énergétique pour les habitants

Facture énergétique - gestionnaires & exploitants										
	Pièce	Logement	Bâtiment	Minute	Heure	Jour	Semaine	Mois	Trimestre	Année
Mesurable		Chauffage								
Compréhensible		ECS								
Appréhendable		Ventilation								
		Ecl								
		Elec-dom								
		Audio								
		Auxiliaires								
Suscitant l'envie d'agir		Chauffage								
		ECS								
		Ventilation								
		Ecl								
		Elec-dom								
		Audiovi								
		Auxiliaires								

Tableau 18 Domaine de pertinence indicateur facture énergétique pour les gestionnaires & exploitants

- Apports solaires

Apports solaires - habitants											
	Pièce	Logement	Bâtiment	Minute	Heure	Jour	Semaine	Mois	Trimestre	Année	
Mesurable	Chauffage-confort										
Suscitant l'envie d'agir											
Appréhendable											
Compréhensible	Chauffage-confort										

**Tableau 19** Domaine de pertinence indicateur Apports solaires pour les habitants

Apports solaires - gestionnaires & exploitants											
	Pièce	Logement	Bâtiment	Minute	Heure	Jour	Semaine	Mois	Trimestre	Année	
Mesurable	Chauffage-confort										
Compréhensible											
Appréhendable											
Suscitant l'envie d'agir	Chauffage-confort										

**Tableau 20** Domaine de pertinence indicateur Apports solaires pour les gestionnaires & exploitants

- **Température intérieure**

Température intérieure - habitants											
	Pièce	Logement	Bâtiment	Minute	Heure	Jour	Semaine	Mois	Trimestre	Année	
Mesurable	Chauffage										
Suscitant l'envie d'agir			ECS								
Appréhendable	Ventilation										
			Ecl								
	Elec-dom										
	Audiovi										
Compréhensible	Chauffage										
			ECS								
	Ventilation										
			Ecl								
	Elec-dom										
	Audiovi										

**Tableau 21** Domaine de pertinence indicateur Température intérieure pour les habitants

Température intérieure - gestionnaires & exploitants											
	Pièce	Logement	Bâtiment	Minute	Heure	Jour	Semaine	Mois	Trimestre	Année	
Mesurable	Chauffage										
Compréhensible											
Appréhendable	Ventilation										
	Elec-dom										
	Audiovi										
	Auxiliaires										
Suscitant l'envie d'agir	Chauffage										
	ECS										
	Ventilation										
	Elec-dom										
	Audiovi										
	Auxiliaires										

**Tableau 22** Domaine de pertinence indicateur Température intérieure pour les gestionnaires & exploitants

- **Bilan carbone**

Bilan carbone - habitants											
	Pièce	Logement	Bâtiment	Minute	Heure	Jour	Semaine	Mois	Trimestre	Année	
Mesurable appréhendable e	Chauffage										
Appréhendable											
Envie	ECS										
	Ventilation										
	Ecl										
	Elec-dom										
	Audiovi										
Compréhensible	Chauffage										
	ECS										
	Ventilation										
	Ecl										
	Elec-dom										
	Audiovi										

**Tableau 23** Domaine de pertinence indicateur Bilan carbone pour les habitants

Bilan carbone - gestionnaires & exploitants										
	Pièce	Logement	Bâtiment	Minute	Heure	Jour	Semaine	Mois	Trimestre	Année
Mesurable			Chauffage							
Compréhensible			ECS							
Appréhendable			ventil							
			Ecl							
			Elec-dom							
			Audiovi							
			auxiliaire							
Suscitant l'envie d'agir cf. rq2			Chauffage							
			ECS							
			Clim							
			Ecl							
			Elec-dom							
			Audiovi							
			Auxiliaire							

Tableau 24 Domaine de pertinence indicateur Bilan carbone pour les gestionnaires & exploitants

Ce travail n'a été effectué que sur quatre indicateurs parmi tous ceux identifiés. Il s'agit d'un début. Les autres indicateurs pourraient être soumis à la même analyse en fonction des besoins de l'équipe Involved après discussion collective sur la méthode et ses résultats.

## Tables des tableaux

Tableau 1 : Présentation des différentes cités .....	15
Tableau 2 : Les acteurs productifs en phase projet et en phase fonctionnement.....	18
Tableau 3 : Les acteurs institutionnels.....	18
Tableau 4 : Les différents documents par enjeux traités .....	19
Tableau 5 : Les renvois entre les différents documents .....	19
Tableau 6 : Valeurs et indicateurs formant la grille de lecture .....	21
Tableau 7 : Valeurs et indicateurs issus de la lecture des documents locaux de planification spatiale et d'orientation énergétique .....	22
Tableau 8 : Valeurs et indicateurs issus de la lecture des documents nationaux relatifs à la construction et à l'habitat.....	23
Tableau 9 : Valeurs et indicateurs issus de la lecture des documents relatifs aux financements et subventions.....	24
Tableau 10 : Croisement entre les valeurs et les logiques d'action .....	25
Tableau 11 : Tableau de croisement entre valeurs et indicateurs .....	26
Tableau 12 : Efficacité des indicateurs auprès des différents acteurs .....	29
Tableau 13 : Indicateurs complémentaires .....	31
Tableau 14 : Spatialité des conséquences par indicateur .....	32
Tableau 15 : Présentation des caractéristiques discriminantes pour les indicateurs retenus.....	50
Tableau 16 Récapitulatif indicateurs retenus par rapport aux valeurs observées ou probables dans le futur .....	57
Tableau 17 Domaine de pertinence indicateur facture énergétique pour les habitants ..	58
Tableau 18 Domaine de pertinence indicateur facture énergétique pour les gestionnaires & exploitants.....	58
Tableau 19 Domaine de pertinence indicateur Apports solaires pour les habitants .....	59
Tableau 20 Domaine de pertinence indicateur Apports solaires pour les gestionnaires & exploitants.....	59
Tableau 21 Domaine de pertinence indicateur Température intérieure pour les habitants .....	59
Tableau 22 Domaine de pertinence indicateur Température intérieure pour les gestionnaires & exploitants.....	59
Tableau 23 Domaine de pertinence indicateur Bilan carbone pour les habitants .....	59
Tableau 24 Domaine de pertinence indicateur Bilan carbone pour les gestionnaires & exploitants.....	60

## Bibliographie

- Boltanski, L., & Thévenot, L. (1991). *De la justification* (Gallimard).
- COSNIER M. REYNIER L. QUENARD D. PELE C. VISIER.JC. Proposition d'indicateurs et d'un référentiel définissant la maison à énergie positive, Rapport de recherche CSTB pour l'ADEME du 19 juin 2014, 85 pages
- Bourg, D., & Arnsperger, C. (2016). Modes de vie et libertés. In *Les nouveaux modes de vie durables* (Le Bord de l'Eau). Lormont.
- Carassus, J. (2002). *Construction : la mutation* (Presses de l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées). Paris.
- Demeulenaere, P. (2003). *Valeurs, normes et croyances*. Presses Universitaires de France. Retrieved from [http://www.cairn.info/resume.php?ID\\_ARTICLE=PUF\\_DEMEU\\_2003\\_02\\_0015](http://www.cairn.info/resume.php?ID_ARTICLE=PUF_DEMEU_2003_02_0015)
- Desjeux, D. (2006). La question des échelles d'observation en sciences humaines appliquées au domaine de la santé. *Recherche en soins infirmiers*, N° 85(2), 14–21.
- Dubuisson-Quellier, S., & Plessz, M. (2013). La théorie des pratiques. Quels apports pour l'étude sociologique de la consommation ? *Sociologie*, (N°4, vol. 4). Retrieved from <http://sociologie.revues.org/2030>
- Durkheim, E. (2010). *Les Règles de la méthode sociologique* (Flammarion). Paris.
- Fenker, M. (2009). Expérience et coopération au sein de la maîtrise d'ouvrage. In *La fabrication de la ville sous la direction de Véronique Biau, Guy Tapie* (Parenthèses, pp. 153–164). Marseille.
- La Branche, S. (2015). Réflexions sur l'engagement énergétique : vers des profils énergétiques ? In *Les sociétés contemporaines à l'épreuve des transitions énergétiques* (pp. 320–323). Tours.
- Lévy, J.-P., Roudil, N., Flamand, A., & Belaïd, F. (2014). Les déterminants de la consommation énergétique domestique. *Flux*, N° 96(2), 40–54.
- Maresca, B., & Dujin, A. (2012). Changer les comportements. L'incitation comportementale dans les politiques de maîtrise de la demande d'énergie en France. *Cahier de Recherche Du CRÉDOC*, (C295). Retrieved from <http://www.credoc.fr/publications/abstract.php?ref=C295>
- Orléan, A. (2004). L'économie des conventions : définitions et résultats. In *Analyse économique des conventions* (Presses Universitaires de France, pp. 9–48). Paris.
- Reckwitz, A. (2002). Toward a Theory of Social Practices A Development in Culturalist Theorizing. *European Journal of Social Theory*, 5(2), 243–263. <http://doi.org/10.1177/13684310222225432>
- Shove, E., Pantzar, M., & Watson, M. (2012). *The Dynamics of Social Practice: Everyday Life and how it Changes*. Londres: SAGE Publications Ltd.
- Shove, E., & Walker, G. (2014). What Is Energy For? Social Practice and Energy Demand. *Theory, Culture & Society*, 31(5), 41–58. <http://doi.org/10.1177/0263276414536746>
- Sociologie générale. (2001). *L'Année sociologique*, 51(1), 257–273.
- Tardieu, C. (2015). *La problématique de l'énergie dans les projets urbains*. Lille 1. Retrieved from <http://www.theses.fr/s63012>

Warde, A. (2005). Consumption and theories of practice. *Consommation et Théories de La Pratique (French)*, 5(2), 131–153.

Zélem, M.-C. (2010). *Politique de maîtrise de la demande d'énergie et résistances au changement. Une approche socio-anthropologique* (L'Harmattan). Paris.