



**HAL**  
open science

# Domestiquer l'information énergétique : Confronter les choix de conception de dispositifs de feedback et les pratiques des usagers pour proposer une démarche de design

Samuel Lacroix

## ► To cite this version:

Samuel Lacroix. Domestiquer l'information énergétique : Confronter les choix de conception de dispositifs de feedback et les pratiques des usagers pour proposer une démarche de design. Interface homme-machine [cs.HC]. Institut Polytechnique de Paris, 2020. Français. NNT : 2020IPPAT014 . tel-03065418

**HAL Id: tel-03065418**

**<https://theses.hal.science/tel-03065418>**

Submitted on 14 Dec 2020

**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.

# Domestiquer l'information énergétique.

Confronter les choix de conception de dispositifs de  
feedback et les pratiques des usagers pour  
proposer une démarche de design.

Thèse de doctorat de l'Institut Polytechnique de Paris  
préparée à Télécom Paris

École Doctorale de l'Institut Polytechnique de Paris n°626  
Spécialité de doctorat : Design

Thèse présentée et soutenue à Palaiseau, le 28 mai 2020, par

**Samuel Lacroix**

Composition du Jury :

Jean-marie Burkhardt

Directeur de recherche, IFTTAR

Marcos Serrano

Maître de conférences, IRIT

Sophie Pène

Professeur, Université Paris Descartes

David Bihanic

Maître de conférences, Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne

Françoise Détienne

Directeur de recherche, Télécom Paris

Samuel Huron

Maître de conférences, Télécom Paris

Guillaume Foissac

Ingénieur Chercheur, EDF r&d

Rapporteur

Rapporteur

Présidente du jury

Examineur

Directeur de thèse

Co-Directeur de thèse

Tuteur industriel





Cette thèse CIFRE s'est déroulée en partenariat avec la société EDF.



# Résumé de thèse

Avec pour objectif d'engager les usagers à consommer moins d'électricité, des dispositifs de *feedback* ont été produits ces 20 dernières années. Cependant, de nombreuses études pointent leurs limites dans le contexte domestique.

Dans cette thèse, nous soutenons que la prise en considération des pratiques réelles des usagers, pourrait permettre de générer de nouvelles pistes d'appareils de *feedbacks* énergétiques.

Nous réalisons un Design Space pour décrire le point de vue des concepteurs. Nous analysons leurs choix, tels que les données utilisées, les manières de les représenter, de les diffuser, ainsi que les tâches attribuées aux usagers.

En contrepoint, nous menons une étude empirique auprès de 10 participants. Grâce aux entretiens et aux observations effectués *in situ*, nous décrivons et analysons la manière dont ces derniers perçoivent l'électricité, estiment leurs consommations et adoptent des stratégies d'accès aux informations énergétiques.

D'importants écarts entre ces deux points de vue sont identifiés. Nous nous appuyons sur ces constatations pour proposer des perspectives pour de futures conceptions.

La seconde partie de cette thèse relate l'exploration d'une de ces perspectives. À la croisée des enjeux industriels et académiques, la définition d'un concept de dispositif, appelé « *Interstices Informationnels* », est proposée.

Pour explorer ce concept, nous concevons un atelier de création où 15 propositions sont générées par un groupe d'étudiants en design. Les « *Interstices Informationnels* » seront repris avec les designers du DesignLab d'EDF. Quatre démonstrateurs sont créés et brevetés.



# Abstract

Feedback systems have been produced over the past 20 years with the goal of engaging users to consume less electricity. However, many studies point out their limitations in the domestic context.

In this thesis, we argue that taking into account the actual practices of users could generate new leads on energy feedback devices.

We create a Design Space to describe the designers' point of view. We analyze their choices, such as the data used, the ways to represent and disseminate it, as well as the tasks assigned to the users.

As a counterpoint, we conduct an empirical study with 10 participants. Through interviews and in situ observations, we describe and analyse how they perceive electricity, estimate their consumption and adopt strategies for accessing energy information.

Important differences between these two points of view are identified. We use these findings to propose perspectives for future designs.

The second part of this thesis explores one of these perspectives. At the crossroads of industrial and academic challenges, the definition of a device, called «Interstices Informationnels», is proposed.

To explore this concept, we design a creative workshop where 15 proposals are generated by a group of design students. The «Interstices Informationnels» will be reworked with the designers of the EDF Design Lab. Four demonstrators are created and patented.



# Remerciements

Trois ans et quelques mois plus tard, l'heure est aux remerciements. Trois ans et quelques mois pour une aventure intense, complète et entière. Ce travail de thèse est le fruit d'une collaboration entre de nombreuses personnes auxquelles je tiens à adresser ma sincère et chaleureuse gratitude.

Merci aux membres du Jury, pour leur disponibilité, pour le temps accordé à la lecture et à la critique de ce travail. Je remercie donc : Jean-Marie Burkhardt, Sophie Pène, Marcos Serrano, David Bihanic pour leur attention. J'espère que mon enthousiasme aura su les sensibiliser.

J'adresse, bien évidemment, mes profonds remerciements à Françoise Détienne et Samuel Huron pour avoir su me guider, m'orienter et me désorienter durant cet exercice. Je garde un souvenir profondément ému de nos premières rencontres, rue Saint-Sabin, et mesure la longueur du chemin parcouru grâce à leur soutien.

Cette thèse est intimement liée au DesignLab EDF. Son dessein y est né au milieu de l'année 2015. Cinq ans donc que ce projet se construit et s'idéalise. Il s'incarne aujourd'hui dans ce document, que je suis très fier de pouvoir présenter. Cette thèse ne serait pas, sans la pugnacité de son représentant. Merci Guillaume pour m'avoir accordé ta confiance, ton écoute et ton engagement sans faille.

Mes remerciements vont également aux fabuleuses personnes qui font vivre le DesignLab d'EDF et avec qui j'ai eu l'opportunité de travailler ces dernières années. Celles qui ont vogué vers de nouvelles rives : Théo, Alex, Quentin, Marianne, Paul, Nora, Damien, Arnaud et Léa et celles qui tiennent encore la barre avec brio : Janes, Diane, Manon, Pierre-loup, Camille, Shin, Axel, Barbara, Romain, Aurélia, Aurore, Etienne Jr, Clément, Lucile, Germain, Louis. Enfin, je tiens à remercier les personnes qui l'orchestrent avec clairvoyance, Christophe, Olaf, Etienne et Guillaume, encore.

Mes remerciements vont également aux personnes rencontrées à Télécom-Paris, avec un brin de nostalgie pour l'époque parisienne et de l'enthousiasme pour la période de Palaiseau. Celles qui occupent et font vivre le CodesignLab : Estelle, Justine, Dorian, Laurent, Annie et Frédéric, mon voisin de bureau Robin et Johnatan pour ses conseils juridiques en terrasse. Celles qui fluidifient les rouages de cette grande administration : Mickaël, Marie-Jo, Florence et Corinne.

Tout au long de mon parcours initiatique, j'ai eu le bonheur d'appréhender de nouveaux domaines et j'adresse mes remerciements à mes professeurs d'un temps : Stéphane, James, Joëlle et Caroline.

À l'annonce de ma décision d'engager ce travail de recherche, mes amis ont manifesté un grand émoi et une profonde incompréhension. J'espère que ce texte saura justifier à leurs yeux les apéros et soirées manqués. Parmi mes amis, certains ont toutefois accepté de se plonger dans ce manuscrit et ont fait preuve d'une aide précieuse. Je remercie à ce titre, Pierre pour sa plume, Marc pour sa patience des derniers instants et Louis pour ses traductions.

À ma famille qui ne s'étonne plus de me voir reprendre des études, je la remercie pour sa compréhension, sa confiance et son soutien. ABPDNA.

Enfin, je ne saurais terminer ces remerciements sans m'adresser à celle qui a vécu de près les affres de la thèse. Merci pour ta robustesse, ton attention indéfectible et pour toutes tes petites lubies. Merci pour ton soutien et d'avoir bien voulu me dire oui.  
Merci Lucie, du fond du cœur.

Au bonheur des moments à venir.





# Table des matières

<b>Résumé de thèse</b>	<b>5</b>
<b>Abstract</b>	<b>7</b>
<b>Remerciements</b>	<b>9</b>
<b>Chapitre 1.</b>	<b>25</b>
<b>1. Contexte environnemental</b>	<b>25</b>
<b>2. Un sujet de recherche étudié depuis plus de 20 ans</b>	<b>26</b>
<b>3. Une production en deçà des objectifs attendus</b>	<b>28</b>
<b>4. Un ancrage industriel</b>	<b>29</b>
<b>5. Un ancrage académique</b>	<b>31</b>
<b>Chapitre 2</b>	<b>33</b>
<b>1. Énoncé de la problématique</b>	<b>33</b>
<b>2. Stratégie de recherche</b>	<b>37</b>
<b>2.1. Etude 1 : Création d'un Design Space pour identifier les choix de conception opérés par les créateurs d'outils de feedback</b>	<b>37</b>
<i>2.1.1. Constitution du corpus</i>	<i>37</i>
<i>2.1.2. Création d'un Design Space pour identifier les dimensions utiles à la conception</i>	<i>37</i>
<i>2.1.3. Analyse du Design Space</i>	<i>38</i>
<b>2.2. Etude 2 : Etude empirique pour décrire quelles sont les pratiques et connaissances énergétiques des usagers</b>	<b>38</b>
<i>2.2.1. Un entretien semi-directif</i>	<i>38</i>
<i>2.2.2. Observation de l'usage d'appareils de feedback</i>	<i>39</i>
<b>2.3. Comparaison des résultats des études 1 et 2</b>	<b>39</b>
<b>2.4. Détection des opportunités de design et proposition d'un concept de dispositif</b>	<b>39</b>
<b>2.5. Atelier 3 : Exploration et conception de nouveaux types d'appareils de feed-back</b>	<b>40</b>
<b>3. Liste des contributions</b>	<b>41</b>
<b>3.1. Contributions académiques</b>	<b>41</b>
<i>3.1.1. Design Space</i>	<i>41</i>
<i>3.1.1.1. CONSTITUTION D'UN LARGE CORPUS D'ARTEFACTS</i>	<i>41</i>

3.1.1.2. <i>CRÉATION D'UN DESIGN SPACE</i>	41
3.1.1.3. <i>PROPOSITION D'UN CONTINUUM D'ENGAGEMENT</i>	41
3.1.1.4. <i>ANALYSE DU DESIGN SPACE</i>	42
3.1.2. <i>Étude empirique</i>	43
3.1.2.1. <i>DESCRIPTION DES APPAREILS ASSOCIÉS À LA CONSOMMATION</i>	43
3.1.2.2. <i>ÉVALUATION DE LA CAPACITÉ DES USAGERS À ESTIMER LEUR CONSOMMATION</i>	43
3.1.2.3. <i>DESCRIPTION DES INSTRUMENTS UTILISÉS</i>	43
3.1.2.4. <i>DESCRIPTION DES TÂCHES EFFECTUÉES</i>	43
3.1.2.5. <i>DESCRIPTION DES FACTEURS DÉTERMINANTS EXTERNES ET INTERNES</i>	43
3.1.2.6. <i>DESCRIPTION DE STRATÉGIES D'ACCÈS AUX INFORMATIONS</i>	44
3.1.2.7. <i>DESCRIPTION DES LIMITES ET BESOINS EXPRIMÉS PAR LES PARTICIPANTS</i>	44
3.1.3. <i>Le croisement des résultats entre les deux premières études</i>	44
3.1.4. <i>Proposition d'un cadre méthodologique</i>	45
<b>3.2. Contributions industrielles</b>	<b>45</b>
3.2.1. <i>Concept d'interstices informationnels</i>	45
3.2.2. <i>Génération de quinze propositions suite à l'atelier à l'ENSCI</i>	46
3.2.3. <i>Dépôt de brevet sur des prototypes fonctionnels</i>	46
<b>4. Organisation du manuscrit de thèse</b>	<b>47</b>

## **Partie I** **51**

### **Chapitre 3 : Design Space d'appareils de feedback électriques** **53**

<b>1. Introduction</b>	<b>53</b>
<b>2. État de l'art des précédentes taxonomies</b>	<b>54</b>
2.1. <b>Créer un corpus composé d'artefacts</b>	<b>54</b>
2.2. <b>Organiser les dimensions d'un Design Space</b>	<b>54</b>
2.2.1. <i>Dimensions à portée technique</i>	54
2.2.1.1. <i>DONNÉES</i>	55
2.2.1.2. <i>REPRÉSENTATIONS</i>	55
2.2.1.3. <i>DISPOSITIFS</i>	56
2.2.2. <i>Dimensions centrées sur les usagers.</i>	56
2.2.2.1. <i>TÂCHES EFFECTUÉES PAR LES USAGERS</i>	56
2.2.2.2. <i>EFFORTS</i>	56
2.2.2.3. <i>MOTIVATIONS</i>	57
2.2.2.4. <i>DÉSIR</i>	57

<b>2.3. Méthodes d'analyse des Design Space</b>	<b>58</b>
2.3.1. <i>Focus sur les dimensions</i>	58
2.3.1.1. <i>COMPTAGE DES OCCURRENCES</i>	58
2.3.1.2. <i>MATRICE D'ANALYSE</i>	58
2.3.2. <i>Focus sur les relations entre les dimensions</i>	60
2.3.2.1. <i>CARTE DE CHALEUR</i>	60
2.3.2.2. <i>CROISEMENT DE CONTINUUM</i>	60
<b>2.4. Limitations des précédents Design Space</b>	<b>61</b>
<b>3. Méthodologie de notre étude</b>	<b>62</b>
<b>3.1. Processus de sélection des artefacts</b>	<b>62</b>
3.1.1. <i>Identification d'artefacts dans des publications académiques</i>	62
3.1.2. <i>Identification d'artefacts dans le domaine du Design</i>	63
3.1.3. <i>Identification d'artefacts dans le domaine de l'Industrie</i>	63
<b>3.2. Filtrage des artefacts</b>	<b>64</b>
<b>3.3. Architecture du Design Space</b>	<b>64</b>
3.3.1. <i>Approche descendante</i>	64
3.3.2. <i>Approche ascendante</i>	65
<b>3.4. Stratégie d'analyse du Design Space</b>	<b>65</b>
3.4.1. <i>Intra dimension</i>	65
3.4.2. <i>Inter dimension</i>	65
<b>4. Résultats</b>	<b>66</b>
<b>4.1. Un corpus multidisciplinaire</b>	<b>66</b>
4.1.1. <i>Composition du corpus</i>	66
4.1.2. <i>Cas d'usage</i>	66
4.1.2.1. <i>SMAPPEE</i>	66
4.1.2.2. <i>CLOCKCAST</i>	67
4.1.2.3. <i>TOTEM</i>	67
4.1.2.4. <i>TIDY STREET PROJECT</i>	67
<b>4.2. Construction du Design Space</b>	<b>68</b>
4.2.1. <i>Dimension 1 : Données</i>	68
4.2.1.1. <i>SOURCES DES DONNÉES</i>	68
4.2.1.2. <i>UNITÉS DE MESURE</i>	69
4.2.1.3. <i>ÉCHELLE</i>	72
4.2.2. <i>Dimension 2 : Représentations</i>	72
4.2.2.1. <i>MÉDIUM</i>	72
4.2.2.2. <i>STYLES DE VISUALISATIONS</i>	73

4.2.2.3. TYPES DE GRAPHIQUES	74
4.2.2.4. VARIABLES PHYSIQUES	74
4.2.2.5. MÉTAPHORES VISUELLES	75
4.2.3. Dimension 3 : Dispositif	76
4.2.3.1. TYPES DE DISPOSITIF	77
4.2.3.2. RELATION ENTRE LA REPRÉSENTATION DE L'INFORMATION ET LES DISPOSITIFS	77
4.2.4. Dimension 4 : Usagers	78
4.2.5. Présentation du Design Space	80
4.2.5.1. SMAPPEE	81
4.2.5.2. CLOCKCAST	81
4.2.5.3. TOTEM	82
4.2.5.4. TIDY STREET PROJECT	82
<b>4.3. Analyse du Design Space</b>	<b>84</b>
4.3.1. Quelles sont les données qui sont visualisées ?	84
4.3.1.1. ÉCHELLES SUR-REPRÉSENTÉES	85
4.3.1.2. ÉCHELLES SOUS-REPRÉSENTÉES	85
4.3.2. Comment les données sont-elles représentées ?	86
4.3.2.1. VISUALISATION : UNE LARGE DIVERSITÉ DE REPRÉSENTATIONS ET DE DIAGRAMMES	86
4.3.2.2. PHYSICALISATION : PEU DE VARIABLES PHYSIQUES UTILISÉES	88
4.3.3. Quelles échelles de données sont diffusées par les modes de représentation ?	88
4.3.3.1. LES VISUALISATIONS PRAGMATIQUES : DES DONNÉES SITUÉES DANS LE PASSÉ	89
4.3.3.2. LES VISUALISATIONS « CASUAL » : DES DONNÉES REPRÉSENTÉES MAJORITAIREMENT EN TEMPS RÉEL	89
4.3.3.3. LES PHYSICALISATIONS : DES DONNÉES REPRÉSENTÉES MASSIVEMENT EN TEMPS RÉEL	89
4.3.4. Quels sont les types de dispositifs utilisés pour diffuser les informations ?	90
4.3.4.1. QUELLES SONT LES CARACTÉRISTIQUES DE CES DISPOSITIFS ?	90
4.3.4.2. COMMENT CES DISPOSITIFS DIFFUSENT-ILS LES REPRÉSENTATIONS DE DONNÉES ?	94
4.3.5. Pour quelles tâches ces dispositifs sont-ils conçus ?	95
4.3.5.1. IDENTIFICATIONS DES TÂCHES LES PLUS UTILISÉES.	96
4.3.5.2. IDENTIFICATION DES TYPES DE DISPOSITIFS UTILISÉS POUR PERMETTRE CES TÂCHES.	98
<b>4.4. Observation des différences de conception entre les domaines</b>	<b>100</b>
4.4.1. L'académie, un domaine propice à l'exploration	100
4.4.2. Le design, un domaine qui privilégie les dispositifs physiques	101
4.4.3. L'industrie, un domaine peu diversifié	103
<b>5. Conclusion</b>	<b>104</b>
<b>6. Discussions et perspectives de recherche</b>	<b>106</b>
6.1. Pourquoi utiliser des visualisations que les usagers ne comprennent pas ?	106

6.2. Les artefacts qui permettent l'action ont un impact mineur sur la consommation	107
6.3. Dépasser l'échelle du foyer pour véritablement sensibiliser à la préservation environnementale	108

<b>Résumé de l'étude</b>	<b>111</b>
--------------------------	------------

## **Chapitre 4 : Étude empirique sur les besoins d'information électrique des usagers** **113**

<b>1. Introduction</b>	<b>113</b>
------------------------	------------

<b>2. Revue de la littérature</b>	<b>114</b>
-----------------------------------	------------

2.1. Relation entre l'utilisateur et l'électricité dans l'espace domestique	114
---	-----

2.2. Connaissances et capacités de l'utilisateur non expert	116
---	-----

2.3. Critiques des dispositifs actuels	117
--	-----

2.4. Limitation des études	119
----------------------------	-----

<b>3. Méthode de collecte de données</b>	<b>120</b>
--	------------

3.1. Sélection du panel	120
-------------------------	-----

3.2. Entretien chez les participants	121
--------------------------------------	-----

3.2.1. Entretien semi-directif	121
--------------------------------	-----

3.2.2. Observation des dispositifs utilisés par les participants	122
--	-----

<b>4. Résultats</b>	<b>123</b>
---------------------	------------

<b>4.1. Quels sont les appareils qui sont les plus associés à la consommation électrique ?</b>	<b>123</b>
--	------------

4.1.1. Méthode d'analyse	123
--------------------------	-----

4.1.1.1. DÉFINITIONS DES DESCRIPTEURS	124
---------------------------------------	-----

4.1.1.2. EXPLOITATION DU CODAGE	125
---------------------------------	-----

4.1.2. Résultats obtenus	126
--------------------------	-----

4.1.2.1. LES APPAREILS DE TYPE MÉDIA ET PETIT ÉLECTROMÉNAGER	127
--	-----

4.1.2.2. LES APPAREILS BRANCHÉS EN PERMANENCE FORTEMENT REPRÉSENTÉS.	127
--	-----

4.1.2.3. LES APPAREILS AVEC UN TEMPS D'UTILISATION COURT	128
--	-----

4.1.2.4. LES APPAREILS UTILISÉS RÉGULIÈREMENT	128
---	-----

4.1.2.5. LES APPAREILS DONT LA PUISSANCE PEUT ÊTRE RÉGLÉE	128
---	-----

<b>4.2. Les participants savent-ils évaluer et hiérarchiser la consommation de leurs appareils électriques ?</b>	<b>129</b>
--	------------

4.2.1. Méthode d'analyse	130
--------------------------	-----

4.2.2. Résultats obtenus	130
--------------------------	-----

4.2.2.1. DISTRIBUTION DES APPAREILS DÉCLARÉS ET SIMULÉS POUR	
--	--

<i>LES PARTICIPANTS UTILISANT L'ÉLECTRICITÉ COMME ÉNERGIE DE CHAUFFAGE.</i>	131
4.2.2.2. <i>DISTRIBUTION DES APPAREILS DÉCLARÉS ET SIMULÉS POUR LES PARTICIPANTS N'UTILISANT PAS L'ÉLECTRICITÉ COMME ÉNERGIE DE CHAUFFAGE</i>	131
<b>4.3. Quelles sont les stratégies mises en place par les participants pour contrôler et agir sur leur consommation ?</b>	<b>134</b>
4.3.1. <i>Méthode d'analyse</i>	134
4.3.1.1. <i>LES INSTRUMENTS</i>	134
4.3.1.2. <i>LES TÂCHES</i>	134
4.3.1.3. <i>LES FACTEURS DÉTERMINANTS</i>	134
4.3.2. <i>Analyse des descripteurs</i>	135
4.3.2.1. <i>INSTRUMENTS</i>	135
4.3.2.2. <i>TÂCHES DÉCLARÉES PAR LES PARTICIPANTS</i>	138
4.3.2.3. <i>FACTEURS DÉTERMINANTS</i>	143
4.3.3. <i>Stratégies développées par les participants pour répondre à leurs besoins</i>	149
4.3.3.1. <i>BUTS IMPLIQUANT LA MISE EN PLACE D'UNE STRATÉGIE</i>	149
4.3.3.2. <i>DES STRATÉGIES LIMITÉES DANS LE TEMPS</i>	150
<b>4.4. Quelles sont les limites et les besoins exprimés par les participants ?</b>	<b>160</b>
4.4.1. <i>Méthode d'analyse</i>	160
4.4.2. <i>Limites</i>	161
4.4.2.1. <i>DES INSTRUMENTS DE FEEDBACK NON-SIGNIFIANTS POUR LES PARTICIPANTS</i>	161
4.4.2.2. <i>UN DIALOGUE AVEC LE FOURNISSEUR, DIFFICILE</i>	163
4.4.2.3. <i>UN RAYON D'ACTION, PERÇU COMME LIMITÉ</i>	163
4.4.2.4. <i>IMPOSSIBILITÉ MATÉRIELLE D'ACCÈS AUX INFORMATIONS</i>	164
4.4.2.5. <i>UN MANQUE DE COMPÉTENCE DES PARTICIPANTS</i>	164
4.4.2.6. <i>DES PARTICIPANTS SATURÉS D'INFORMATIONS</i>	165
4.4.3. <i>Besoins</i>	165
4.4.3.1. <i>LES PARTICIPANTS ONT BESOIN DE RELIER LES INFORMATIONS AVEC LEUR ACTIVITÉ</i>	166
4.4.3.2. <i>LES PARTICIPANTS ONT BESOIN D'ÊTRE CONSCIENT DE L'ÉLECTRICITÉ EN AMONT ET EN AVAL DE LEUR FOYER</i>	166
4.4.3.3. <i>CERTAINS PARTICIPANTS SOUHAITERAIENT DES ÉVOLUTIONS CONTRACTUELLES</i>	167
4.4.3.4. <i>CERTAINS PARTICIPANTS ONT BESOIN DE VISUALISATIONS PLUS INTÉGRÉES DANS LEUR CONTEXTE DE VIE</i>	168
<b>5. Conclusion</b>	<b>170</b>
<b>6. Discussions et perspectives de recherche</b>	<b>173</b>
6.1. <i>La baisse de l'attention n'est pas uniquement liée à la nature du dispositif</i>	173
6.2. <i>Vers de nouveaux dispositifs plus discrets (ou intégrés)</i>	174
6.3. <i>Les usagers devraient pouvoir identifier leurs propres limites d'action</i>	174
<b>Résumé de l'étude</b>	<b>177</b>

## **Chapitre 5 : Mise en perspective des résultats** **179**

<b>1. Introduction</b>	<b>179</b>
<b>2. Méthode</b>	<b>179</b>
<b>3. Observation des différences entre choix des concepteurs et pratiques des usagers.</b>	<b>180</b>
3.1. Le besoin ponctuel d'information des usagers	180
3.2. Absence de facteurs déterminants dans le Design Space	180
3.3. Les usagers utilisent peu de dispositifs communs d'information	182
3.4. Les usagers combinent les instruments	182
3.5. Les usagers veulent agir	183
<b>4. Perspectives</b>	<b>184</b>
4.1. Et si les dispositifs étaient éphémères ?	184
4.2. Et si les dispositifs étaient plus reliés au contexte domestique ?	184
4.3. Et si les dispositifs étaient pensés comme des écosystèmes ?	185
4.4. Et si les dispositifs permettaient de prendre conscience des possibilités d'actions ?	185
<b>5. Conclusion</b>	<b>186</b>

## **Partie II** **189**

### **Chapitre 6 : Les interstices informationnels, enjeux et opportunités pour le design** **191**

<b>1. Introduction</b>	<b>191</b>
<b>2. Convergence entre des enjeux industriels et les précédentes découvertes</b>	<b>191</b>
<b>3. Approches de conception</b>	<b>192</b>
3.1. Quels objets domestiques pour embarquer des informations ?	193
<i>Exemple : The element, un dispositif domestique associant chaleur et information</i>	193
3.2. Comment diffuser des informations sans saturer l'attention des usagers ?	194
<i>Exemple : Aesthetic awareness display, une information discrète</i>	194
3.3. Comment proposer une diffusion temporaire ?	196
<i>Exemple : Withings move, une information discrète de l'activité physique</i>	196
<b>4. Définition du concept d'interstices informationnels</b>	<b>198</b>
4.1. Critère 1 : Un dispositif situé dans le contexte domestique.	198
4.2. Critère 2 : Une information discrète.	198
4.3. Critère 3 : Une information temporaire.	198

<b>5. Conclusion</b>	<b>199</b>
<b>Chapitre 7 : Exploration du concept d'interstices informationnels</b>	<b>201</b>
<b>1. Introduction</b>	<b>201</b>
<b>2. Méthode</b>	<b>201</b>
<b>2.1. Constitution du panel</b>	<b>201</b>
<b>2.2. Déroulé de l'atelier</b>	<b>202</b>
2.2.1. <i>Étape 1 : Séminaire de sensibilisation aux problématiques énergétiques</i>	203
2.2.2. <i>Étape 2 : Création de persona et maison</i>	203
2.2.2.1. <i>DES PERSONA BÂTIS SUR LA REPRÉSENTATIVITÉ DU PARC LOGEMENT FRANÇAIS</i>	204
2.2.2.2. <i>LES MAISONA, DES PERSONA À L'ÉCHELLE DU FOYER</i>	204
2.2.3. <i>Étape 3 : Création de scénarios</i>	206
2.2.4. <i>Étape 4 : Réception de données de consommation simulées</i>	207
2.2.5. <i>Étape 5 : Présentation intermédiaire et expertise</i>	208
2.2.6. <i>Étape 6 : Présentation finale et sélection de projets</i>	208
<b>2.3. Recueil de données</b>	<b>208</b>
<b>3. Résultats</b>	<b>210</b>
<b>3.1. Propositions des élèves</b>	<b>210</b>
3.1.1. <i>Les propositions correspondent-elles au concept d'interstices informationnels ?</i>	212
3.1.2. <i>Ces propositions sont-elles nouvelles ?</i>	213
3.1.2.1. <i>CARACTÉRISATION DES PROPOSITIONS</i>	213
3.1.2.2. <i>AJOUTS DANS LE DESIGN SPACE</i>	215
3.1.3. <i>La proposition des critères du concept d'interstices informationnels a permis de générer des nouveautés.</i>	218
3.2. <i>Retours critiques sur la méthode de travail</i>	220
<b>4. Conclusion</b>	<b>225</b>
<b>5. Discussions et perspectives de recherche</b>	<b>226</b>
<b>Résumé de l'atelier</b>	<b>231</b>
<b>Chapitre 8 : Exploration industrielle du concept d'interstices informationnels</b>	<b>233</b>
<b>1. Introduction</b>	<b>233</b>
<b>2. Contexte</b>	<b>233</b>
<b>3. Méthode de travail</b>	<b>233</b>

<b>3.1. Participants</b>	<b>234</b>
<b>3.2. Déroulé</b>	<b>234</b>
3.2.1. <i>La méthode des maisons pour identifier et localiser des besoins en information.</i>	235
3.2.2. <i>Les <b>dimensions données</b> et <b>tâches</b> du Design Space pour qualifier les propositions.</i>	235
3.2.3. <i>Design des dispositifs</i>	236
3.2.4. <i>Développement technique</i>	237
<b>4. Résultats</b>	<b>238</b>
4.1. Interrupteur	239
4.2. Chargeur induction	240
4.3. Horloge	241
4.4. Station météo	242
<b>5. Conclusion</b>	<b>243</b>
<b>6. Discussions</b>	<b>244</b>
6.1. Tester in situ les prototypes en cours de développement	244
6.2. Représenter des données énergétiques externes à l'échelle domestique.	244
<b>Conclusions</b>	<b>247</b>
<b>1. Rappel de la problématique</b>	<b>247</b>
<b>2. Rappel de la démarche</b>	<b>248</b>
<b>3. Contributions de cette thèse</b>	<b>248</b>
<b>3.1. Contributions majeures</b>	<b>249</b>
3.1.1. <i>Un Design Space pour décrire le point de vue des concepteurs</i>	249
3.1.2. <i>Description des stratégies d'accès aux informations des usagers</i>	249
3.1.3. <i>Comparaison des points de vue des concepteurs et des usagers</i>	250
3.1.4. <i>Un cadre méthodologique pour aider la conception de dispositifs</i>	250
<b>3.2. Contributions mineures</b>	<b>250</b>
3.2.1. <i>Constitution d'un corpus d'artefacts large et multidisciplinaire</i>	250
3.2.2. <i>Large couverture du Design Space</i>	251
3.2.3. <i>Proposition d'un continuum d'engagement</i>	251
3.2.4. <i>Description des choix de conception par domaine</i>	251
3.2.5. <i>Description des appareils électriques associés à la consommation</i>	251
3.2.6. <i>Évaluation de la capacité des participants à estimer leurs consommations</i>	252
3.2.7. <i>Description des besoins et limites déclarés par les participants</i>	252
3.2.8. <i>Description des instruments utilisés par les participants</i>	252
3.2.9. <i>Description des tâches effectuées par les participants</i>	252

3.2.10. <i>Description des facteurs déterminants externes et internes</i>	253
<b>3.3. Contributions industrielles</b>	<b>253</b>
3.3.1. <i>Concept d'interstices informationnels</i>	253
3.3.2. <i>Génération de 15 propositions suite à l'atelier à l'ENSCI</i>	253
3.3.3. <i>Dépôt de brevets sur des prototypes fonctionnels</i>	254
<b>4. Mise en perspective des résultats</b>	<b>254</b>
<b>5. Limites de ce travail</b>	<b>255</b>
<b>6. Perspectives pour de futurs travaux</b>	<b>257</b>
<b>Epilogue</b>	<b>259</b>
<b>Bibliographie</b>	<b>261</b>
<b>Liste des figures</b>	<b>277</b>
<b>Liste des tableaux</b>	<b>282</b>
<b>Notes</b>	<b>283</b>
<b>Annexes</b>	<b>287</b>





# Chapitre 1.

## 1. Contexte environnemental

En 2018, le Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat (GIEC) produit un rapport qui a l'effet d'un électrochoc dans l'opinion publique ([Hoegh-Guldberg et al. 2018](#)). Face à la prévision d'un monde en surchauffe, l'impact de l'activité humaine sur l'environnement prend subitement un visage plus concret.

Pourtant, cela fait de nombreuses années que les causes de ce réchauffement global, en grande partie provoqué par les émissions de dioxyde de carbone (CO<sup>2</sup>), sont identifiées. Dans les pays industrialisés, les transports routiers représentent 26% des émissions, l'industrie et la construction 22%. La répartition la plus importante (41%) revient au secteur résidentiel ([Organisation for Economic Co-operation and Development et Agency 2009](#)). Bien entendu le résultat est différent en ce qui concerne les pays en voie de développement. Par exemple, en Chine, 63% des émissions de CO<sup>2</sup> sont attribuées à l'activité industrielle ([Organisation for Economic Co-operation and Development et Agency 2009](#)). Quoiqu'il en soit la consommation résidentielle représente une part importante de l'émission de dioxyde de carbone due notamment à la consommation d'énergie. Précisons que le terme énergie est un ensemble comprenant aussi bien les hydrocarbures comme le fioul, le gaz ou électricité primaire<sup>1</sup>. En ce qui concerne l'usage de l'électricité, la tendance est à l'augmentation des consommations car nos modes de vie en sollicitent de plus en plus ([Haller et al. 2017](#)).

## 2. Un sujet de recherche étudié depuis plus de 20 ans

Conscients de l'impact environnemental que représente la consommation électrique résidentielle et désireux d'être les promoteurs d'une transformation des habitudes de consommation, des groupes de recherches académiques (Darby 2001; Wilhite et Ling 1995; Sharpe et Watts 1992; Dobson et Griffin 1992) se sont constitués, dès les années 1990, pour tenter de sensibiliser les usagers et les engager à consommer de manière plus responsable. Selon ces auteurs, l'accès à la technologie et à l'information serait susceptible de modifier le comportement des usagers. Ils conçoivent donc des appareils de feedback, c'est-à-dire des systèmes proposant une représentation visuelle des données de consommations électriques. Ces appareils s'appuient sur le concept de **choix rationnel du traitement de l'information** (Catney et al. 2013; Y. A. Strengers 2014). Strengers définit le terme *Homo Economicus* pour décrire quelqu'un qui, motivé par l'optimisation de sa consommation, serait capable d'évaluer et de prendre des décisions rationnelles. Les chercheurs estiment que les usagers aidés de ce type d'appareil devraient économiser 15 % de leur consommation (Darby et others 2006).

Ce type d'appareil a, dans le fond, peu évolué depuis 20 ans. Il a été amplifié par le rapide déploiement des systèmes de mesures personnels et des **compteurs intelligents**<sup>2</sup> qui offrent un décompte plus précis à une fréquence de temps proche du **temps réel**.

Aujourd'hui, les énergéticiens du monde entier proposent des appareils de ce type à leurs clients. C'est le cas par exemple du *UK smart meter* produit par British gaz (Figure 1-d). Généralement tous ces dispositifs proposent des fonctionnalités similaires : Un affichage de la consommation en kWh (kilowatts/heure) et en W (watt) à des plages temporelles variables. Les données de ces afficheurs sont agrégées et reliées à un compteur intelligent. Elles sont généralement embarquées dans un dispositif physique dédié comme l'illustre la Figure 1.



a) Eon Chameleon



b) Npower



c) Ovo Energy



d) British gaz



e) Sse



f) Evo

Figure 1 – Sélection d'appareils de feedback proposés par des énergéticiens ou des entreprises spécialisées dans l'analyse électrique.

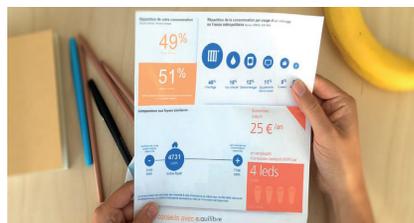
### 3. Une production en deçà des objectifs attendus

Cependant, de nombreuses études soulignent les limites de ces appareils de feedback. Premièrement, des évaluations mettent en évidence des économies réalisées inférieures aux estimations initiales, se situant plutôt aux alentours de 5% (Schultz et al. 2007). De plus, ce résultat est loin d'être durable. En effet, passé l'attractivité liée à la découverte, force est de constater que ces appareils sont souvent désactivés et oubliés (Quintal et al. 2012). Même en cas d'utilisation assidue et régulière, ces appareils induisent des comportements imprévus comme l'effet rebond<sup>3</sup> (Gaver et al. 2015; LIN 2017).

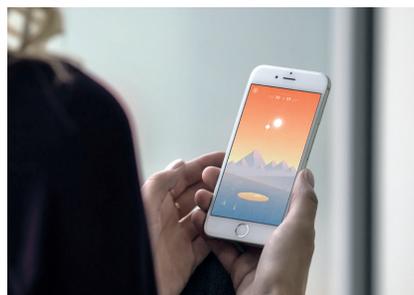
De nombreux chercheurs expliquent ces résultats par le manque d'intelligibilité de ces appareils. Peu d'utilisateurs savent correctement interpréter le phénomène énergétique, encore moins les unités employées (Melanie R Herrmann, Brumby, et Oreszczyn 2017; Murugesan, Hoda, et Salcic 2015; DeWaters 2007). Les modes de représentation choisis pour visualiser les données ne sont pas toujours accessibles aux usagers (Okan, Galesic, et Garcia-Retamero 2016; Castelli, Stevens, et Jakobi 2019; J. Boy et al. 2014).

Ces limites laissent à penser que les appareils actuellement distribués ne permettent pas d'atteindre les objectifs de sensibilisation et de baisse durable de la consommation électrique car ils sont trop éloignés des caractéristiques des usagers.

Figure 2 – Sélection de trois projets réalisés au sein du DesignLab EDF d'EDF.



a) « Mon bilan conso »,



c) « Paysage » (Lacroix et al. 2017)



b) Afficheur énergétique

## 4. Un ancrage industriel

Ce travail de thèse s'inscrit dans l'un des trois objectifs qu'EDF s'est fixé dans sa stratégie, à savoir : « *Accroître la proximité avec nos clients [...] en les aidant à mieux comprendre et maîtriser leur électricité* » (« [Stratégie CAP 2030](#) » 2015).

Cette thèse s'ancre également au sein du DesignLab EDF dans lequel je travaille, en qualité de designer, depuis 2015. Il me semble important de présenter ce lieu afin de comprendre quelle a été son influence sur le démarrage et la poursuite de ce travail de recherche.

Le DesignLab est un laboratoire singulier au sein de la R&D d'EDF. Depuis 2014, les designers qui y travaillent ne cessent de proposer des moyens « *d'innover et de développer des positions radicalement nouvelles pour de nombreuses problématiques rencontrées par le secteur de l'énergie* ». La problématique des représentations de l'information énergétique y occupe évidemment une place centrale.

En effet, certaines de mes premières collaborations abordaient ce sujet concrètement. Voici trois exemples qui illustrent les réponses développées par le DesignLab EDF et qui nourriront profondément cette thèse.

Suite à la **demande de refonte graphique du bilan annuel de consommation** adressé aux clients, nous avons constaté que les précédentes versions n'avaient rien de très engageant pour les usagers. Les informations présentées manquaient de clarté et les visualisations étaient peu compréhensibles. Au travers de ce projet, nous avons questionné l'accessibilité des informations énergétiques. Notre postulat consistait donc à identifier les informations les plus faciles à appréhender, comme l'évolution de la consommation mensuelle au regard de la météo, la répartition des consommations par types d'appareils ou bien la comparaison des consommations entre foyers aux besoins similaires. Nous avons conçu une **grille graphique paramétrique** garantissant, dans n'importe quel cas, la **meilleure hiérarchisation des informations**. Ce projet a été industrialisé et est distribué à l'ensemble des clients d'EDF ([Figure 2-a](#)).

En 2015, suite à l'imminence du décret n°1618 «*relatif à la fourniture, par les fournisseurs d'électricité et de gaz naturel, de transmission des données de consommation exprimées en euros au moyen d'un dispositif déporté*», le

DesignLab EDF s'est vu confier la responsabilité de **concevoir le design produit et l'interface d'un afficheur énergétique** (Figure 2-b). Nous avons conçu, suivant un cahier des charges extrêmement restrictif, un dispositif dédié possédant un petit écran que nous avons voulu le plus discret possible. Ce projet a été l'occasion de nous interroger sur le **statut d'un tel objet dans l'espace domestique** ainsi que de la **portée d'une telle information affichée en continu**.

Avec *Paysage* (Lacroix et al. 2017), une **application dédiée** à l'affichage de la consommation, nous avons choisi d'explorer des modes de représentation différents de ceux qui sont généralement utilisés dans le contexte énergétique (Figure 2-c). Nous avons constaté que ces derniers sont difficiles à comprendre et faisons la proposition d'un encodage des données sous la forme d'illustrations paramétriques. Cette proposition a bénéficié d'un regard intéressé de la part des commanditaires. Elle a été implémentée et testée par un groupe de cinquante personnes lors d'une évaluation marketing. Malgré l'impact émotionnel et esthétique fort de cette proposition, nous avons conclu que cet encodage ne facilitait pas la lecture des informations.

C'est dans ce contexte que cette thèse débute officiellement en novembre 2016. Financée par une bourse CIFRE, elle est le fruit d'une collaboration entre EDF et Télécom Paris<sup>4</sup>. Encadré par Guillaume Foissac, mon tuteur industriel, j'ai eu ainsi l'opportunité de travailler dans le DesignLab EDF en qualité de chercheur et de designer en synergie avec tous ses collaborateurs.

J'ai eu le plaisir d'effectuer le versant académique de cette thèse au sein du département SES à Télécom Paris sous la direction de Françoise Détienne et la codirection de Samuel Huron. Cet environnement, inédit dans mon parcours professionnel, m'a permis de découvrir et de développer des nouvelles approches d'enquête et d'analyse.

## 5. Un ancrage académique

Cette thèse se situe dans le domaine du design. Toutefois, elle emprunte des méthodes dans les domaines de la visualisation d'information et de la psychologie ergonomique et du design.

*L'infoVis* ou en français **visualisation d'information est une branche de l'interaction-homme-machine** (IHM). Stuart Card définit la visualisation d'information comme « *l'utilisation de représentations visuelles interactives, assistées par ordinateur, de données abstraites pour amplifier la cognition* » (Card 1999). Ce domaine de recherche est largement ramifié et interdisciplinaire. Il englobe principalement les disciplines de l'informatique (J. Rodgers et Bartram 2011; Murugesan, Hoda, et Salcic 2015; Pereira et al. 2013; Heller et Borchers 2011; Daniel et al. 2016; Rivière 2018; Castelli, Stevens, et Jakobi 2019) et de l'infographie (Neustaedter, Bartram, et Mah 2013; Bertin 1970).

Les visualisations d'information peuvent être conçues pour des cibles possédant des compétences expertes mais sont de plus en plus destinées à un public plus large et moins qualifié pour les interpréter (Boy et al. 2014; Huron et al. 2014). Il existe de nombreux exemples de visualisations présentes dans la vie de tous les jours. Il s'agit entre autres des métriques, d'activités sportives, des transactions bancaires, de santé et bien sûr du suivi de la consommation électrique.

Les visualisations créées pour promouvoir la préservation environnementale sont nommées **Eco-feedback** (Froehlich, Findlater, et Landay 2010). Elles sont définies comme « *une technologie qui fournit une information sur les comportements individuels ou collectifs dans le but de réduire l'impact sur l'environnement* ».

Proposer des visualisations à l'utilisateur novice pose le défi suivant : « *comment [...] traduire les données pour des utilisateurs qui n'ont pas l'expertise dans le domaine ou l'expérience de la lecture du style de visualisation ?* » (Gough, De Berigny Wall, et Bednarz 2014 ; Huron et al. 2014).

Ce travail de recherche s'ancre aussi profondément dans le domaine de la **psychologie ergonomique** car de nombreuses contributions décrivent le comportement des usagers face à des appareils de feedback électriques (Fréjus et Martini 2016; Guibourdenche et al. 2015 ; Béguin, Boulanger, et Lussis 2003a). La **psychologie environnementale** est importante à prendre en considération pour comprendre les

interrelations existant entre un individu et l'environnement dans lequel il évolue (Spagnolli et al. 2011; Webb, Benn, et Chang 2014; Simcock et al. 2014 ; Buchanan, Russo, et Anderson 2014; Wilhite 2013; Darby et others 2006 ; Ehrhardt-Martinez et al. 2010). Les disciplines de **l'anthropologie** (Entwistle et al. 2015 ; Moussaoui 2007) et la **sociologie** (Shove 2004 ; Beslay et Zélem 2008) décrivent l'aspect culturel de l'électricité. Sont également prises en considération des études réalisées en **statistiques environnementales** (Cowen et Gatersleben 2017), en **management de l'environnement** (Delmas, Fischlein, et Asensio 2013), en économie (Brounen, Kok, et Quigley 2013 ; Du, Guo, et Wei 2017) et en **politique environnementale** (Catney et al. 2013).

Le domaine du design est riche de contributions dans ce sujet de recherche (Tomitsch et al. 2007; van Dam, Bakker, et Van Hal 2010; Bowden et al. 2014 ; Lockton et al. 2013a; Gaver et al. 2015 ; Yun et al. 2010 ; Pierce et al. 2010). Il englobe à la fois des questions **d'idéation** (Cross 1997 ; Greenberg et al. 2011) et **de création** de nouveaux dispositifs (Howard, Culley, et Dekoninck 2008). L'idéation fait référence au processus créatif, à la génération d'idées et à la définition de nouvelles pistes de design. La création, ensuite, renvoie à la conception de maquettes, prototypes et bien d'autres formats utiles à l'élaboration de prototypes fonctionnels.

Cette thèse s'appuie sur un ancrage multidisciplinaire. Les méthodes issues de *l'infoViz* et de la psychologie ergonomique sont utilisées pour décrire et analyser les artefacts existants et les pratiques des usagers. Les méthodes issues du design sont exploitées dans un but génératif (proposition de méthode de création et d'artefacts).

# Chapitre 2

## 1. Énoncé de la problématique

Comme nous l'avons évoqué dans le précédent chapitre, les dispositifs distribués par les énergéticiens s'appuient majoritairement sur le concept de choix rationnel de traitement de l'information (Catney et al. 2013). Or ils semblent présenter certaines limites les empêchant d'atteindre leurs objectifs de sensibilisation et de baisse durable de la consommation électrique.

Pour de nombreux chercheurs, ces limites proviennent d'un manque d'intelligibilité des informations diffusées par ces dispositifs. Tout d'abord, les usagers ne sont pas tous capables de comprendre le phénomène électrique ainsi que les unités qui le décrivent (Melanie R Herrmann, Brumby, et Oreszczyn 2017; DeWaters 2007; Schwartz et al. 2013b ; Lockton et al. 2013a ; Y. A. A. Strengers 2011a). De plus, les visualisations de données utilisées pour les représenter sont plutôt des freins que des clés pour comprendre les informations. Elles généreraient des erreurs d'interprétation des informations. (Brounen, Kok, et Quigley 2013; Okan, Galesic, et Garcia-Retamero 2016; Jeremy Boy 2015; Kempton et Montgomery 1982).

D'autres chercheurs vont plus loin en affirmant que les limites de ces dispositifs proviennent avant tout d'un décalage entre le postulat suivant lequel les usagers adoptent un comportement rationnel (Catney et al. 2013) et leurs réels comportements (Dütschke, Unterländer, et Wietschel 2012; Rodgers et Bartram 2010; Jensen et al. 2018).

Nous faisons alors l'hypothèse qu'un rapprochement, entre des connaissances produites sur la conception de ces dispositifs et sur les pratiques réelles des usagers, pourrait ouvrir de nouvelles pistes pour la création de dispositifs de feedback énergétiques et posons la problématique suivante :

**Comment concilier les méthodes de conception avec les pratiques et connaissances des usagers pour ouvrir de nouvelles pistes d'exploration et de création d'appareils de feedback électriques ?**

Cette problématique implique tout d'abord que nous décrivions deux

points de vue, celui des concepteurs et celui des usagers.

- **Question de recherche 1 (QR1) : Quels sont les choix de conception opérés par les créateurs d'outils de feedback actuels ?**

Nous avons besoin de créer un panorama de ce qui a été produit pour comprendre quels sont les choix des concepteurs.

- **Question de recherche 2 (QR2) : Quelles sont les pratiques et les connaissances énergétiques des usagers ?**

Il est également nécessaire de décrire le point de vue des usagers pour comprendre leurs pratiques. Nous désirons connaître les appareils qu'ils associent à leur consommation électrique, évaluer leur capacité à identifier les principaux pôles de consommation et décrire les limites et besoins qu'ils expriment vis-à-vis des dispositifs qu'ils utilisent.

Une fois ces deux perspectives étudiées, il convient de les confronter afin d'appréhender leurs différences.

- **Question de recherche 3 (QR3) : Quels sont les écarts entre le point de vue des concepteurs et celui des usagers ?**

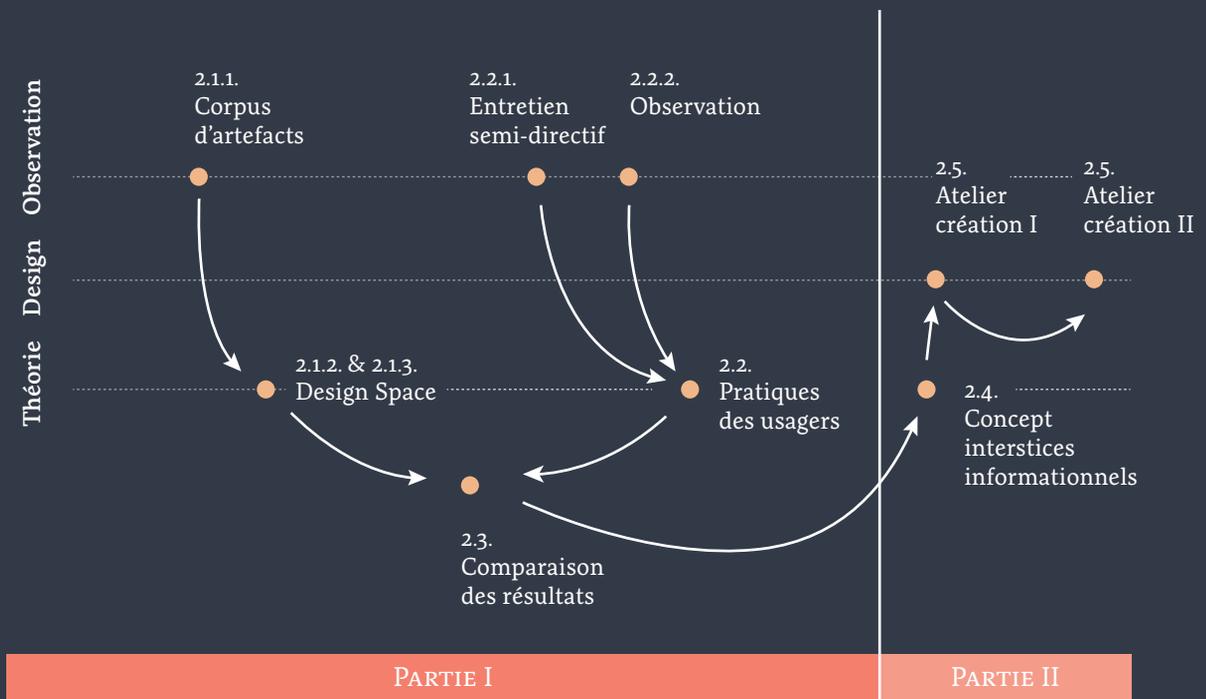
Comparer ces deux points de vue nous permet d'apprécier les divergences d'intérêts entre les concepteurs et les usagers.

- **Question de recherche 4 (QR4) : Comment accompagner l'exploration et la création de dispositifs de feedback énergétiques.**

Enfin, le développement de certaines de ces perspectives nous permet de proposer des opportunités pour la création de nouveaux modèles.



Figure 3 – Organisation du travail de recherche.



## 2. Stratégie de recherche

Dans cette nouvelle section, nous présentons la stratégie mise en place pour répondre aux questions de recherche. Elle est représentée par la [Figure 3](#) et s'inspire du modèle de triangulation proposé par Mackay et Fayard ([Mackay et Fayard 1997](#)). La [Figure 3](#) représente les étapes du processus de recherche, explicite les relations entre elles et les positionne sur trois dimensions : observation, théorie et design.

Au total, trois études sont réalisées.

### 2.1. Etude 1 : Création d'un Design Space pour identifier les choix de conception opérés par les créateurs d'outils de feedback

Cette première étude tente de répondre à la question de recherche 1 en proposant l'analyse d'artefacts produits pour diffuser des informations énergétiques. Cette analyse nous permettra d'identifier les choix de conception. Cette étude se compose de trois étapes : la constitution du corpus, la construction d'un Design Space et son analyse.

#### 2.1.1. Constitution du corpus

Il s'agit d'une vaste collection d'artefacts permettant la diffusion d'informations énergétiques dans un contexte personnel et adressé à un public novice.

#### 2.1.2. Création d'un Design Space pour identifier les dimensions utiles à la conception

Un Design Space est un « *espace de conception qui permet une analyse et la détection d'opportunités et conception de nouveaux artefacts* » ([Beaudouin-Lafon et Mackay 2009](#)). Sa structure s'appuie sur les travaux précédents ([Bartram 2015](#); [Spagnolli et al. 2011](#); [Jensen et al. 2018](#) ; [Murugesan, Hoda, et Salcic 2015](#)) ainsi que sur nos propres observations. Il est bâti sur quatre dimensions correspondant à des questions de conception : Quelles sont les **données** qui sont utilisées ? Comment sont-elles **représentées** ? Quels sont les **dispositifs** qui diffusent l'information ?

Quelles sont les **tâches** que les usagers sont censés effectuer ?

### 2.1.3. Analyse du Design Space

La description des artefacts et le comptage des sous dimensions nous renseignent sur celles qui sont les plus représentées et celles qui, au contraire, ne le sont pas. Nous analysons également l'intersection entre ces dimensions afin de détecter les synergies et les relations entre-elles (Ehrhardt-Martinez et al. 2010).

Ce Design Space a une fonction **descriptive et analytique**. Il permet de caractériser les artefacts du corpus, et de décrire les choix principalement effectués pour chacune de ses dimensions. Il nous permet de proposer une vue d'ensemble des choix des concepteurs.

## 2.2. Etude 2 : Etude empirique pour décrire quelles sont les pratiques et connaissances énergétiques des usagers

Pour observer le point de vue des usagers, nous réalisons une étude empirique au sein leur domicile. Cette étude se déroule en deux temps : un entretien semi-directif et une observation d'usage d'appareils de feedback.

### 2.2.1. Un entretien semi-directif

Nous souhaitons **identifier les appareils** que les participants associent à leurs consommations électriques. Ils sont donc invités à lister tous les appareils électriques présents chez eux (Gabe-Thomas et al. 2016a). Des méthodes de dessin (Chisik 2011 ; Bowden et al. 2014) sont proposées pour les aider à se projeter dans l'espace et dans le temps de leurs usages électriques. Nous sommes attentifs à l'ordre de ces listes et identifions des types d'appareils qui sont spontanément cités et d'autres généralement oubliés.

Nous souhaitons également **évaluer la capacité des participants à correctement estimer leur consommation**. Pour cela, ils doivent établir un classement des cinq appareils les plus consommateurs présents chez eux (Anderson et White 2009). Ces résultats sont ensuite comparés individuellement à des simulations personnalisées pour déterminer la justesse de ces classements.

### 2.2.2. Observation de l'usage d'appareils de feedback

Se trouver *in situ* facilite la compréhension du contexte lié à la prise d'informations. Les participants sont invités à présenter ce qu'ils effectuent lorsqu'ils désirent obtenir des informations énergétiques. Les données collectées **facilitent l'identification des descripteurs** suivants : 1) des instruments utilisés, 2) des tâches ou séquences de tâches effectuées et 3) des facteurs déterminants internes et externes (Rabardel 1995) qui déclenchent le besoin d'accéder aux informations.

La détection de ces descripteurs nous permet de décrire les stratégies mises en œuvre par les participants. Durant cette phase d'observation, nous détectons les limites et les besoins exprimés par ces derniers.

### 2.3. Comparaison des résultats des études 1 et 2

Les deux premières études décrivent les points de vue des concepteurs et ceux des usagers. Pour détecter d'éventuels écarts entre les choix de conception et les pratiques, nous désirons comparer les résultats. Cette démarche répond à la question de recherche 3.

Les résultats des deux études sont placés en vis-à-vis dans un tableau. Les résultats sont filtrés pour faciliter la comparaison. Nous ne conservons du Design Space que les tendances principales. De l'étude empirique, nous conservons les résultats relatifs aux stratégies qui comprennent, la description des instruments utilisés, des tâches effectuées et des facteurs déterminants internes et externes, et ceux portant sur l'expression des besoins et des limites des usagers. Les résultats qui traitent de la même dimension sont placés en vis-à-vis. Lorsqu'un résultat ne possède pas de correspondances dans l'autre étude la colonne reste vierge.

Les écarts constatés nous permettent de proposer des perspectives pour la création de futurs dispositifs.

### 2.4. Détection des opportunités de design et proposition d'un concept de dispositif

Certaines perspectives proposées dans l'étape précédente se rapprochent d'enjeux industriels. Nous choisissons de les approfondir en définissant des défis de conception et en proposant un concept de

dispositifs accompagné de critères de design.

### **2.5. Atelier 3 : Exploration et conception de nouveaux types d'appareils de feed-back**

Nous proposons un atelier de création pour répondre à la question de recherche 4 : « *Comment explorer et concevoir de nouveaux types d'appareils de feedback pour les usagers novices ?* ». Cet atelier répond à un double enjeu : académique et industriel.

Nous proposons d'accompagner des élèves designers à explorer et concevoir des dispositifs de feedback énergétique. Le Design Space est utilisé comme outil comparatif pour détecter le caractère novateur des élèves.

## 3. Liste des contributions

La réalisation des études telles qu'elles sont décrites dans la section précédente nous permet d'adresser des réponses aux différentes questions de recherches. Les contributions sont résumées ici.

### 3.1. Contributions académiques

#### 3.1.1. Design Space

Le Design Space (Étude 1) permet de répondre à la question de recherche 1 car son analyse facilite l'identification des choix effectués par les concepteurs. Quatre principales contributions sont proposées pour cette étude.

##### 3.1.1.1. Constitution d'un large corpus d'artefacts

**Cent références** composent le corpus. Il couvre trois domaines de création ; académique, design et industriel. Ce corpus, de par le nombre et l'origine de ses références est, à notre connaissance, inédit dans ce domaine de recherche.

##### 3.1.1.2. Création d'un Design Space

Nous proposons un Design Space structuré autour de **quatre dimensions** principales. La dimension des données comprend les types, les unités ainsi que les échelles utilisées. La dimension des représentations englobe les médiums, styles de visualisation, les diagrammes et les métaphores utilisés. Nous définissons également les physicalisations et les variables physiques utilisées pour encoder les données. La dimension des dispositifs, comprend les types de dispositifs et les relations pour diffuser l'information. Pour la dimension des usagers, nous définissons uniquement les tâches qu'ils sont sensés effectuer.

##### 3.1.1.3. Proposition d'un continuum d'engagement

Afin d'analyser les tâches que les concepteurs imaginent et celles que les usagers effectuent, nous proposons de les organiser sous la forme d'un **continuum** qui hiérarchise 5 catégories de tâches : collecter (niveau d'engagement le plus bas), percevoir, comprendre, réfléchir et agir (niveau d'engagement le plus haut).

#### 3.1.1.4. Analyse du Design Space

L'analyse de la dimension des **données** montre que les concepteurs utilisent largement des données qui sont mesurées à l'intérieur du foyer avec des unités énergétiques comme le kWh ou le W. Les échelles temporelles situées dans le passé concernent principalement des données localisées à l'ensemble du foyer. Les échelles temps réel concernent plus les données désagrégées ou focalisées uniquement sur un appareil.

Nous observons que les concepteurs privilégient largement les visualisations pour **représenter** les données. Ils utilisent principalement des visualisations pragmatiques pour représenter des données historiques et préfèrent les visualisations *casuals* pour celles en temps réel. Les concepteurs choisissent également des physicalisations pour représenter des données en temps réel.

Pour diffuser les informations, les concepteurs privilégient majoritairement les **dispositifs** communs d'informations (i.e. ordinateurs, smartphones, portables). Ces derniers sont quasi exclusivement utilisés pour diffuser des visualisations. Bien que les dispositifs dédiés et domestiques soient moins représentés, nous constatons une large variété dans les formats proposés. Les dispositifs domestiques (objets du quotidien qui diffusent également une information énergétique) sont majoritairement conçus pour diffuser des informations via des physicalisations (65%).

Nous observons que les **tâches** supposées être effectuées par les usagers représentent un faible niveau d'engagement et correspondent aux catégories du continuum *Percevoir* et *Comprendre*. Même s'ils ont un faible impact sur la consommation, les dispositifs dédiés et domestiques permettent à l'utilisateur d'agir.

Nous observons enfin que les concepteurs ne produisent pas les mêmes types de dispositifs en fonction des domaines dans lesquels ils se trouvent. Le domaine industriel conçoit majoritairement des applications proposant des visualisations pragmatiques tandis le domaine du design propose davantage de dispositifs physiques ambiants. Enfin, le domaine académique est celui qui propose le plus de variétés notamment dans les types de visualisation.

### **3.1.2. Étude empirique**

L'étude empirique (Étude 2) permet de répondre à la question de recherche 2 car les résultats obtenus facilitent la description des points de vue des usagers. Nous présentons sept contributions.

#### **3.1.2.1. Description des appareils associés à la consommation**

Nous observons que les participants associent à leur consommation électrique principalement des appareils sur lesquels ils ont une action directe et qu'ils utilisent régulièrement comme des appareils de médias ou de petit électroménager. Ils oublient par contre de citer des appareils qu'ils n'utilisent pas directement comme le chauffage.

#### **3.1.2.2. Évaluation de la capacité des usagers à estimer leur consommation**

Nous avons observé que les participants ne parviennent pas à identifier leurs principaux pôles de consommation. Nous observons par contre qu'ils ont tendance à surestimer les appareils de cuisson et d'électroménager et à largement sous-estimer les appareils de médias, qui pourtant est le groupe le plus associé aux consommations.

#### **3.1.2.3. Description des instruments utilisés**

Les participants n'utilisent pas uniquement des équipements de feedback mais font aussi appel à des équipements d'information pour se documenter ; ainsi qu'à des équipements ou terminaux électriques pour faire leur propre évaluation. Également, les participants n'hésitent pas à créer eux-même leurs propres instruments ou à détourner ceux existants.

#### **3.1.2.4. Description des tâches effectuées**

Nous proposons l'analyse des tâches via le continuum d'engagement. Nous sommes particulièrement surpris du nombre important de tâches d'action effectuées par les participants.

#### **3.1.2.5. Description des facteurs déterminants externes et internes**

Sept facteurs déterminants externes sont identifiés. Chacun témoigne d'un changement soudain ayant un impact sur l'état « normal » de la consommation. Il peut s'agir d'un événement en lien avec le bâti, l'environnement, l'infrastructure électrique, le statut d'occupation du logement, la relation avec le fournisseur d'énergie,

le dysfonctionnement d'appareils électriques ou bien l'influence d'un discours institutionnel préventif.

Nous identifions cinq types de facteurs déterminants internes. Les participants accordent une forte importance à leur expérience pour construire un référentiel personnel. Les valeurs familiales sont importantes dans l'appréciation de la consommation et les leviers de motivation sont avant tout déclenchés par la perspective économique mais aussi par le désir de préserver le confort de son habitation.

#### **3.1.2.6. Description de stratégies d'accès aux informations**

Les participants mettent en place des stratégies combinant plusieurs tâches et instruments pour atteindre des objectifs. Elles sont toujours temporaires. Elles peuvent être périodiques, fragmentées, ciblées ou bien uniques. Lorsque les participants atteignent leurs objectifs ou constatent leurs limites, ils stoppent leurs actions.

#### **3.1.2.7. Description des limites et besoins exprimés par les participants**

Nous établissons une liste des limites que les participants déclarent rencontrer lorsqu'ils souhaitent accéder à leurs informations.

Les besoins exprimés concernent principalement la nature des données. Les participants désireraient les relier plus facilement avec leurs activités, qu'elles puissent être désagrégées, ou qu'il soit possible de détecter la consommation de base du foyer.

### **3.1.3. Le croisement des résultats entre les deux premières études**

Le croisement entre les résultats des deux premières études nous a permis d'identifier cinq points d'écart et de répondre à la question de recherche 3.

1. La majorité des artefacts analysés dans le Design Space est conçue pour diffuser des informations de manière permanente (suivi de la consommation ou systèmes ambiants). Nous constatons au contraire que les pratiques des usagers sont ponctuelles et limitées dans le temps.
2. Des facteurs déterminants (internes ou externes) déclenchent le besoin d'accéder à des informations énergétiques et

impactent l'état normal de la consommation du foyer. Nous découvrons que ces facteurs déterminants ne sont jamais cités par les concepteurs.

3. Les instruments utilisés par les usagers ne correspondent pas à ceux principalement identifiés dans le Design Space. Les concepteurs produisent majoritairement des dispositifs communs d'information, contenus dans des applications pour smartphone, ordinateurs et tablettes, alors que les usagers n'en utilisent pratiquement pas.
4. Les usagers n'utilisent pas un seul appareil mais une combinaison de plusieurs instruments pour atteindre les objectifs qu'ils se sont fixés (comme réguler sa consommation). Or, aucun dispositif n'est présenté comme tel.
5. Les tâches que les concepteurs imaginent pour leurs artefacts ne correspondent pas aux tâches effectuées par les participants. En effet, les tâches principalement citées dans le Design Space appartiennent aux catégories percevoir et comprendre et traduisent un niveau d'engagement bas, alors que les participants déclarent principalement effectuer plus de tâches appartenant à la catégorie action.

#### 3.1.4. Proposition d'un cadre méthodologique

L'atelier 3 tente de proposer un cadre méthodologique pour aider des élèves designers à concevoir des *interstices informationnels*. Par cette étude nous proposons une réponse à la question de recherche 4.

Proposition de trois outils méthodologiques. La méthode des *persona*<sup>5</sup> pour garantir une diversité d'usagers (Bornet et Brangier 2013; Spool 2007), la méthode combinée des *persona/maisona* pour faciliter l'exploration de leur mode de vie et des *simulations de données* pour garantir l'utilisation de données réalistes (Amouroux et al. 2013).

### 3.2. Contributions industrielles

Cette thèse comporte également des **contributions industrielles**. Elles sont exclusivement présentes dans la partie II et concernent le projet appelé *interstices informationnels*.

#### 3.2.1. Concept d'interstices informationnels

Sur la base des découvertes de cette thèse et des enjeux industriels,

nous proposons le concept des *interstices informationnels*. Il décrit la possibilité d'utiliser des objets du quotidien comme support de l'information énergétique. Ces informations doivent avoir un lien avec lui, l'encodage des informations doit respecter les codes sémantiques de cet objet et la durée de la prise d'information est limitée au temps d'utilisation de l'objet.

### **3.2.2. Générations de quinze propositions suite à l'atelier à l'ENSCI**

Nous avons initié un atelier de création dans une école de design pour générer un maximum de propositions correspondant à la définition des interstices informationnels. Cet atelier a permis de récolter quinze propositions.

### **3.2.3. Dépôt de brevet sur des prototypes fonctionnels**

Nous avons conduit un atelier similaire avec les designers du DesignLab EDF. Après un processus itératif riche et prolifique nous avons convergé vers quatre prototypes qui ont été brevetées auprès de l'INPI.

## 4. Organisation du manuscrit de thèse

Ce manuscrit de thèse est composé de deux parties. La première partie, descriptive et analytique, présente deux points de vue sur les appareils de feedback, celui du concepteur et celui de l'utilisateur. Cette partie se conclut par l'examen des écarts entre les résultats de ces deux études.

La deuxième partie de cette thèse présente une posture générative.

### INTRODUCTION

#### PARTIE I

Cette partie se compose de trois chapitres. Ils correspondent à deux études et à la comparaison des résultats.

#### **Chapitre 3 : Design Space**

Dans ce chapitre, nous proposons de bâtir un Design Space pour analyser les choix de conception de dispositifs de feedback. Cette étude comporte une analyse des précédents Design Space. Elle présente la méthode de sélection des artefacts de structuration du Design Space ainsi que les résultats et propose des points de discussion.

#### **Chapitre 4 : Étude empirique.**

Ce chapitre présente la démarche empirique qui a été réalisée pour décrire les points de vue des usagers. À l'instar du chapitre précédent, celui-ci débute par un état de l'art sur ce sujet. Après la présentation des méthodes, nous proposons quatre types de résultats que nous discutons dans la dernière section de cette étude.

#### **Chapitre 5 : Mise en perspective des résultats**

Dans ce dernier chapitre, les résultats des précédentes études sont comparés. Nous présentons les écarts observés et présentons des propositions pour concevoir de nouveaux types de dispositifs.

## **PARTIE II**

Cette partie se compose de deux chapitres, la présentation du concept d'interstices informationnels et l'atelier 3.

### **Chapitre 6 : Les objets interstices, enjeux et opportunités de design**

Dans ce chapitre, nous présentons les convergences entre une partie des résultats du chapitre 5 et des objectifs industriels. Nous identifions des défis pour la conception et proposons la définition du concept des interstices informationnels.

### **Chapitre 7 : Exploration du concept d'interstices informationnels**

Ce chapitre rend compte du travail qui a été effectué pour explorer le concept des interstices informationnels. Il débute par la présentation de la méthode de travail envisagée pour aider les élèves designer. Nous concluons ce chapitre en présentant des exemples de réalisations et démontrons leurs caractères novateurs en utilisant le Design Space comme référence.

### **Chapitre 8 : Deuxième itération du projet interstices informationnels**

Nous présentons brièvement la poursuite de ce sujet au sein du DesignLab EDF dans lequel quatre prototypes ont été fabriqués.

## **CONCLUSION ET PERSPECTIVES**

Ce dernier chapitre regroupe la conclusion de ce travail de thèse et présente des perspectives pour des travaux à venir.





# Partie I

Dans la première partie de cette thèse nous adoptons une posture **descriptive** et **comparative**. Nous souhaitons premièrement décrire les choix de conception des artefacts produits actuellement pour répondre à la **question de recherche 1** : « **Quels sont les choix de conception opérés par les créateurs d'outils de feedback actuels ?** ». L'étude que nous menons pour y répondre est présentée dans le chapitre 3.

Nous souhaitons également décrire les pratiques que les usagers adoptent lorsqu'ils désirent accéder à des informations énergétiques. Pour cela nous présentons dans le chapitre 4, l'étude empirique menée auprès de dix participants. Les résultats que nous obtenons permettent de répondre à la **question de recherche 2** : « **Quelles sont les pratiques et les connaissances énergétiques des usagers ?** ».

Dans le chapitre 5, le dernier de cette partie, nous comparons les résultats des deux précédentes études afin de répondre à la **question de recherche 3** : « **Quels sont les écarts entre le point de vue des concepteurs et celui des usagers ?** ». Les différences que nous constatons nous permettent d'adresser des perspectives de conception pour de futurs dispositifs de feedback énergétiques.



# Chapitre 3 : Design Space d'appareils de feedback électriques

## 1. Introduction

Depuis plus de vingt ans, un très grand nombre d'appareils de feedback ont été conçus et proposés aux usagers. Beaucoup proviennent du domaine académique mais il existe également des références dans le domaine industriel et dans le domaine du design. Face à cette profusion et désireux de proposer une solution alternative, il est capital de faire le point pour observer ce qui a été produit. Avec cette première étude, nous proposons de bâtir un Design Space, sur la thématique des appareils de feedback électriques à destination d'usagers novices. Un Design Space est un « *espace de conception qui permet une analyse et détection d'opportunités et conception de nouveaux artefacts* » (Beaudouin-Lafon et Mackay 2009). Pour cela, nous nous appuyons, d'une part, sur les précédentes taxonomies qui ont été réalisées. Nous présentons, ensuite, la méthode qui nous permet de bâtir, alimenter et analyser le Design Space. Enfin, dans la dernière section de ce chapitre, nous présentons les principales découvertes issues de l'analyse du Design Space puis les discutons.

## 2. État de l'art des précédentes taxonomies

Eu égard à l'importante production des vingt dernières années, de nombreux chercheurs ont exprimé le besoin de réaliser des taxonomies sur le sujet des appareils de feedback électriques. Nous avons constitué une sélection de douze études. Elles couvrent une période de dix-huit ans. La plus ancienne date de 2001 (Darby 2001) et la plus récente de 2019 (Castelli, Stevens, et Jakobi 2019).

### 2.1. Créer un corpus composé d'artefacts

Les études sélectionnées s'appuient sur un corpus composé d'artefacts<sup>6</sup> et proviennent de différentes disciplines académiques. Mise à part une seule étude (Spagnolli et al. 2011), les autres n'incluent pas d'artefacts distribués commercialement. La quantité d'artefacts qui composent le corpus est variable. Par exemple, Heller et Borchers (Heller et Borchers 2011) n'en sélectionnent que sept. Au contraire, Daniel et al. (Daniel et al. 2016) en récoltent quarante-quatre. Il s'agit du corpus le plus important de cet état de l'art.

### 2.2. Organiser les dimensions d'un Design Space

La réalisation d'un Design Space est généralement motivée par le besoin : 1) d'obtenir une vue « actualisée » de la production des dispositifs de feedback énergétique (Castelli, Stevens, et Jakobi 2019), 2) d'en établir un panorama le plus large possible (Heller et Borchers 2011; Spagnolli et al. 2011), 3) d'en évaluer l'efficacité en terme de réduction de consommation (Darby 2001; Ehrhardt-Martinez et al. 2010) ou bien 4) d'identifier les dimensions clés (Heller et Borchers 2011; Spagnolli et al. 2011), les challenges (Bartram 2015) ou des lignes directrices claires pour la conception de nouveaux dispositifs (Murugesan, Hoda, et Salcic 2015).

Tous ces précédents Design Space sont structurés par dimensions. Nous distinguons deux catégories de dimensions : celles qui sont orientées sur la technique et celles qui sont centrées sur les usagers.

#### 2.2.1. Dimensions à portée technique

Nous identifions trois dimensions techniques. Elles sont utiles pour

décrire le fonctionnement des appareils de feedback. La **dimension donnée** décrit les données exploitées par le système, la **dimension représentation** définit les moyens utilisés pour représenter les données et la **dimension dispositif** présente les moyens utilisés pour diffuser ces représentations de données.

#### 2.2.1.1. Données

Parmi les taxonomies sélectionnées pour réaliser cet état de l'art, la dimension des données est la plus récurrente. Elle définit l'ensemble des données utilisées par le système et peuvent avoir des provenances diverses comme par exemple des données de consommation, de comparaison, d'informations contextuelles ou d'informations liées à l'utilisateur (Johnny Rodgers et Bartram 2010; Castelli, Stevens, et Jakobi 2019; Murugesan, Hoda, et Salcic 2015). La provenance de ces données est généralement nommée *source*. (Loviscach 2011). Ces données sont réceptionnées et affichées par le système à différentes vitesses de rafraîchissement (Heller et Borchers 2011). Les auteurs distinguent également les échelles auxquelles les données sont exprimées (Cano, Laurillau, et Calvary 2015). Les échelles temporelles situent les données dans le temps. Les auteurs distinguent principalement l'échelle historique et le temps réel. (Spagnolli et al. 2011; Heller et Borchers 2011; Cano, Laurillau, et Calvary 2015; Bartram 2015). La **granularité**, désigne le niveau d'agrégation des données dans l'échelle spatiale. Elles sont agrégées à l'ensemble du **foyer** ou désagrégées au niveau de *l'appareil électrique*. (Spagnolli et al. 2011). Enfin, un seul auteur souligne le caractère privé des données électriques et nomme **sécurité** tout ce qui est relatif à leur préservation. (Loviscach 2011)

#### 2..2.1.2. Représentations

La dimension représentation *répertorie les différents moyens utilisés pour constituer les données* (Cano, Laurillau, et Calvary 2015).

Deux principales **modalités d'encodage**<sup>7</sup> sont possibles. Soit les données sont représentées de manière visuelle, soit elles le sont de manière physique (Heller et Borchers 2011).

Plusieurs niveaux d'encodages visuels sont décrits par les auteurs (Murugesan, Hoda, et Salcic 2015; Heller et Borchers 2011; Castelli, Stevens, et Jakobi 2019). Par exemple, Rodgers et Bartram proposent un « *continuum de pragmatique vers artistique* » (Johnny Rodgers et Bartram 2010). Heller et Borchers nomment « *fidélité de la représentation* » différents niveaux de représentations visuelles existantes, dits « *indexicale, iconique ou symbolique* » (Heller et Borchers 2011).

### 2.2.1.3. Dispositifs

Cette catégorie regroupe l'ensemble des dimensions relatives à la diffusion des informations (Cano, Laurillau, et Calvary 2015). Le **médium**, désigne le type de dispositif utilisé pour diffuser ces informations (Spagnolli et al. 2011; Castelli, Stevens, et Jakobi 2019). Il peut s'agir d'appareils ambiants (Spagnolli et al. 2011), d'**appareils de feedback directs** disponibles à la demande, comme des applications mobiles (Darby 2001; Ehrhardt-Martinez et al. 2010; Spagnolli et al. 2011) mais également d'**appareils de feedback indirects** où les données sont traitées et mises en forme par le fournisseur d'énergie (Darby 2001; Ehrhardt-Martinez et al. 2010). Pour les **appareils de feedback involontaires**, l'accès à l'information est le corollaire d'un équipement de production ou de gestion de l'électricité, comme par exemple l'installation de panneaux photovoltaïques (Darby 2001).

### **2.2.2 Dimensions centrées sur les usagers.**

Alors que les précédentes dimensions définissent des caractéristiques techniques, nous observons que certains auteurs intègrent des caractéristiques propres aux usagers. Ces derniers estiment que ces dimensions sont encore actuellement « négligées » (Jensen et al. 2018) et argumentent en faveur de rapprochements entre la littérature en psychologie et en conception (Johnny Rodgers et Bartram 2010). Le recoupement entre les différents Design Space nous permet de détecter quatre principales sous-dimensions : **tâches, efforts, motivations et désirs**.

#### 2.2.2.1. Tâches effectuées par les usagers

Les appareils conçus pour favoriser des économies d'énergie sont difficilement automatisables et impliquent donc « *une décision délibérée* » de la part de l'utilisateur (Loviscach 2011). Via une interface, il a accès à différentes *tâches* qu'il peut effectuer sur le système (Loviscach 2011; Cano, Laurillau, et Calvary 2015; Daniel et al. 2016).

#### 2.2.2.2. Efforts

Les usagers doivent fournir des efforts pour accéder aux informations. Cela concerne le niveau d'implication et d'interaction avec le dispositif. La plupart des usagers ne réalisent pas qu'ils utilisent de l'électricité dans leurs activités quotidiennes (Entwistle et al. 2015). Prendre conscience de l'électricité, puis décider de récolter des informations, n'est donc pas une tâche aisée pour eux. (Bartram 2015).

### 2.2.2.3. Motivations

Le facteur psychologique représente les *motivations* d'un usager à vouloir accéder à des informations. Il en existe deux types : **intrinsèques** (relatif à l'utilisateur) et **extrinsèques** (liés au contexte dans lequel l'utilisateur se trouve) (Bartram 2015).

### 2.2.2.4. Désir

Jensen et al. (Jensen et al. 2018) apportent une connaissance liée aux utilisateurs - que peu de Design Space n'avaient jusque-là intégré - qu'il nomme « *la désirabilité des appareils de domotique* ». Les auteurs décrivent que le désir des usagers, vis-à-vis des appareils de feedback énergétiques peut être défini au travers de trois principaux *persona* : un système intelligent, omniprésent dans le foyer et permettant un contrôle rapide ; un désir d'automatisation et d'efficacité du système où le pilotage intelligent prend lui-même des décisions et informe l'utilisateur ; et un désir esthétique de l'utilisateur. L'appareil ou le système doit être singulier, beau et motivant.

L'examen des précédents Design Space permet de lister les principales dimensions proposées par les auteurs. Le [Tableau 1](#) compile et classe les résultats selon quatre **méta-dimensions**<sup>8</sup> : **données, représentations, dispositifs et utilisateurs**. Nous remarquons qu'aucun Design Space ne couvre l'ensemble des dimensions.

	Donnée	Représentation	Dispositif	Utilisateur
Darby et al.				
Ehrardt-Martinez et al.				
Spagnolli et al.				
Heller et Borchers.				
Loviscach				
Murugesan et al.				
Rodgers et Bartram				
Bartram				
Jensen et al.				
Cano et al.				
Daniel et al.				
Castelli et al.				

Tableau 1 - Récapitulatif des dimensions présentées dans les précédents Design Space. Chaque ligne correspond à une étude. Chaque colonne représente une dimension. Les cases colorées indiquent que l'étude indiquée cite cette dimension.

## 2.3. Méthodes d'analyse des Design Space

Les Design Space sont également adaptés pour analyser la distribution d'un corpus de références et identifier des tendances. Dans cette section nous présentons les principales méthodes utilisées par les auteurs.

### 2.3.1. Focus sur les dimensions

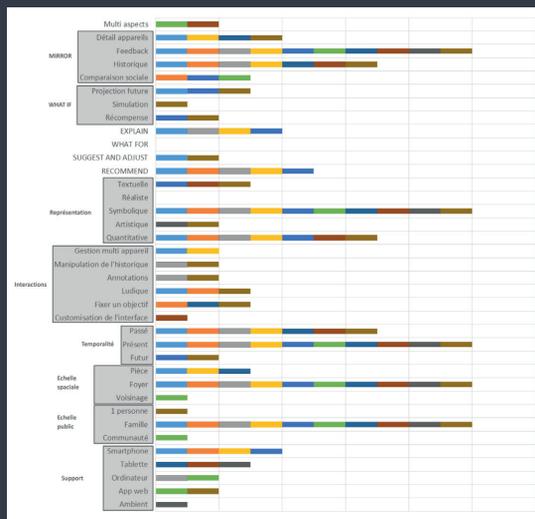
#### 2.3.1.1. Comptage des occurrences

La méthode de comptage des occurrences permet de mettre facilement en évidence la distribution des sous-dimensions d'un Design Space et ainsi de faciliter la détection des catégories les plus représentées.

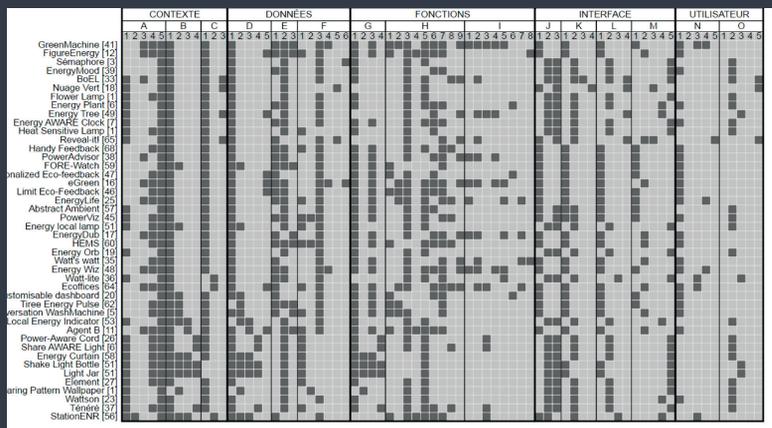
Cette méthode est appliquée par Cano et al. (Cano, Laurillau, et Calvary 2015). Les auteurs qualifient les dix artefacts de leur corpus. Chaque fois qu'une valeur est identifiée, elle est comptabilisée et représentée graphiquement par un segment (une couleur est attribuée à un dispositif). L'ensemble du codage est représenté sous la forme d'un diagramme en barres empilées (Figure 4-a). Cette opération de comptage permet aux auteurs de l'étude d'identifier visuellement quelles sont les valeurs les plus représentées et à l'inverse celles qui le sont moins. Par exemple, ce travail de comptage met en évidence que **l'échelle spatiale la plus utilisée**, pour situer des données de consommation, est **l'échelle globale du foyer** ou bien encore que le mode de **représentation artistique est très peu représenté**.

#### 2.3.1.2. Matrice d'analyse

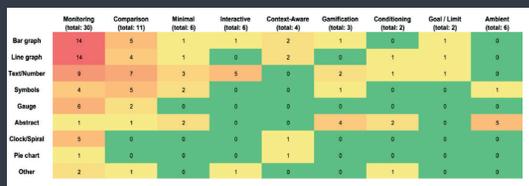
La méthode de comptage est facile à mettre en place quand le corpus compte un nombre restreint de références. En revanche, lorsqu'il devient important, il est plus judicieux de créer une matrice d'analyse pour détecter visuellement des zones de densité. C'est la méthode qu'ont employée Daniel et al. pour analyser un corpus composé de quarante-quatre références. La Figure 4-b est un exemple illustrant cette méthode. Les colonnes sont organisées par dimensions et sous dimensions. Horizontalement, chaque ligne représente un artefact. Le codage consiste donc à cocher les cases correspondant à chaque artefact. À la fin du processus de codage, la matrice permet de détecter des zones où beaucoup de cases ont été cochées et à l'inverse, *là où il n'y en a peu*. Par exemple, les auteurs de cette matrice observent qu'**aucun des artefacts ne couvre toutes les étapes de persuasion.**



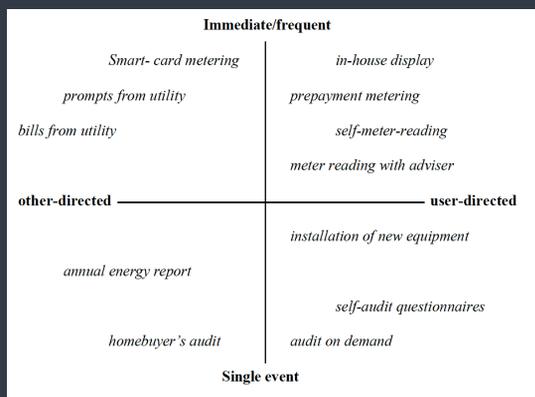
(a) Comptage des occurrences (Cano, Laurillau, et Calvary 2015),



(b) Avec l'utilisation d'une matrice d'analyse (Daniel et al. 2016),



(c) Carte de chaleur, croisement de deux dimensions différentes (Castelli, Stevens, et Jakobi 2019)



(d) Croisement de plusieurs continuum (Darby 2001b) .

Figure 4 – Exemples de graphiques utilisés pour analyser la distribution des artefacts dans le Design Space.

### 2.3.2. Focus sur les relations entre les dimensions

Visualiser la distribution à l'intérieur de chaque dimension est utile pour dégager des tendances. Toutefois, ce mode d'analyse ne permet pas de mettre en évidence les relations entre des dimensions différentes. Comment savoir, par exemple, quel mode de représentation est le plus utilisé pour représenter un type de données ? Pour y parvenir, certains auteurs utilisent des méthodes de croisement entre les dimensions pour identifier ces relations.

#### 2.3.2.1 Carte de chaleur

Castelli et Jakobi utilisent une carte de chaleur pour visualiser la répartition d'une dimension par rapport à une autre (Castelli, Stevens, et Jakobi 2019). Dans l'exemple présenté dans la Figure 4-c, les auteurs désirent savoir quelles sont les représentations visuelles utilisées (lignes) en fonction des différentes stratégies de conception (colonnes). Ils comptent alors le nombre d'occurrences croisant ces deux dimensions et notent la valeur dans la case correspondante. Ces valeurs numériques sont encodées avec des couleurs. Ainsi, les plus importantes apparaissent en rouge sur le graphique et les plus faibles en vert. Ce code coloré permet de détecter les modes de représentations les plus utilisés dans chacune des stratégies. Par exemple, nous pouvons voir que la **stratégie monitoring** (en rouge) utilise majoritairement des **représentations de type Bar Graph ou Line Graph** et peu de PieChart.

#### 2.3.2.2. Croisement de continuum

Avec la Figure 4-d, l'auteur (Darby 2001) désire qualifier douze types d'artefacts (en italique) sur un diagramme composé de deux axes. L'axe horizontal représente les différents niveaux de contrôle de l'utilisateur. L'axe vertical représente un continuum sur la fréquence d'utilisation du dispositif (d'un usage unique vers des usages fréquents). Cette opération permet de distinguer les types de dispositifs les plus adaptés dans les différentes sous dimensions. Par exemple, un **In house Display** (encadré en orange) est un dispositif utilisé fréquemment et contrôlé par l'utilisateur.

Malgré des motivations différentes, telles que la constitution d'un panorama de la création (Heller et Borchers 2011; Spagnolli et al. 2011; Castelli, Stevens, et Jakobi 2019), l'évaluation de l'efficacité des dispositifs existants (Darby 2001; Ehrhardt-Martinez et al. 2010), l'identification des dimensions clés (Heller et Borchers 2011; Spagnolli et al. 2011)

et les challenges pour la conception de nouveaux dispositifs ([Bartram 2015](#)), les auteurs des précédents Design Space ont tous réuni un corpus d'artefacts qu'ils ont structuré selon des dimensions centrées sur les techniques et/ou sur les critères des usagers. Ils ont également utilisé des méthodes pour analyser la distribution des artefacts à l'intérieur des dimensions et les relations qui existent entre elles.

## **2.4. Limitations des précédents Design Space**

La prise en considération des travaux antérieurs, similaires à nos objectifs, fournissent un cadre intéressant pour analyser des artefacts diffusant des informations énergétiques dans l'espace domestique.

Nous identifions toutefois plusieurs limitations à ces précédents travaux. Elles sont liées, d'une part, au nombre limité d'artefacts utilisés, d'autre part à la couverture quasi exclusive d'artefacts issus du domaine académique mais également à la couverture partielle des dimensions de conception.

Nous remarquons, dans un premier temps, que le corpus le plus important parmi les études présentées de cet état de l'art ne comporte que quarante-quatre références ([Daniel et al. 2019](#)). Compte tenu de la quantité importante d'études produites sur ce sujet durant les vingt dernières années, nous pensons que ce nombre est trop limité.

Ces états de l'art sont par ailleurs essentiellement basés sur des artefacts référencés dans le domaine académique. Malgré la contribution importante de nombreux champs disciplinaires comme l'IHM, l'ergonomie, la psychologie environnementale, il est nécessaire de prendre en considération les artefacts produits dans d'autres domaines comme l'industrie ([Spagnolli et al. 2011](#)) ou le design.

Enfin, seulement deux études couvrent l'ensemble des méta-dimensions ([Murugesan, Hoda, et Salcic 2015](#); [Cano, Laurillau, et Calvary 2015](#)). Les autres ne les envisagent que partiellement.

Pour surmonter ces limites, nous avons choisi d'augmenter le nombre d'artefacts présents dans le corpus, grâce, notamment, à l'ajout de nouveaux domaines comme l'industrie et le design. Nous avons également choisi d'utiliser les quatre méta-dimensions précédemment définies comme structure principale. Les sous-dimensions proviendront à la fois de travaux antérieurs et de l'analyse systématique des nouveaux artefacts.

## 3. Méthodologie de notre étude

Dans ce chapitre nous présentons la méthode de travail envisagée pour construire et explorer un Design Space sur la thématique des dispositifs d'information énergétiques pour le contexte domestique. Cette méthode se compose de 4 étapes : 1) processus de sélection des artefacts, 2) filtrage des résultats obtenus, 3) architecture du Design Space et 4) stratégie d'analyse du Design Space.

### 3.1. Processus de sélection des artefacts

Pour orienter notre prospection, nous nous sommes uniquement intéressés aux artefacts qui diffusent des données électriques qui se trouvent dans ou proche d'un **espace personnel** et qui ciblent des usagers sans **aucune expertise** en gestion de l'énergie ou en visualisation de données.

Les artefacts ont été récoltés à partir de trois sources différentes. Ils ont été extraits d'articles publiés dans des revues académiques, à partir de documents de communication relatifs à des événements de design et dans des supports de présentation de projets industriels.

#### 3.1.1. Identification d'artefacts dans des publications académiques

Dans le domaine académique, il existe une littérature abondante sur ce sujet. Il s'agit de notre première source d'information. Pour identifier ces documents nous avons effectué des recherches sur les librairies en ligne SPRINGER, ACM, ELSEVIER, HAL ainsi que sur le moteur de recherche GOOGLE SCHOLARS. Nous avons utilisé les mots-clés suivants : « *Eco-feedback, energy feedback, Informations sur l'énergie, Énergie, Durabilité, Technologie persuasive, Environnement, Énergie, Développement durable, HCI, Energy feedback, Sustainable HCI, Energy monitoring, In home Display, IHD, Home Energy Management System, HEMS, Compteurs intelligents, Smart Metter.* »

Nous avons ensuite sélectionné, de préférence, les revues les plus prestigieuses dans chacune des disciplines qui traitent ce sujet :

- Pour l'Interaction-Homme-Machine : *CHI, VIZ, DIS, IHM, AVI* ;
- Pour l'ergonomie : *ECCE, ErgoIHM* ;
- Pour la psychologie environnementale : *BEHAVE* ;
- Pour l'informatique : *ACE et CDT*.

### 3.1.2. Identification d'artefacts dans le domaine du Design

La communauté design couvre un large spectre de réalisations. Nous avons remarqué que la thématique énergétique était un sujet fréquemment abordé sous de multiples formes. Nous avons choisi de l'utiliser comme seconde source d'information. Nous avons recherché des artefacts en utilisant deux canaux.

Premièrement, nous avons visité les pages Internet des principales écoles de design européennes dans le but de découvrir des projets d'étudiants (projets pédagogiques ou de diplôme). Les sites des écoles visités sont : le *Royal College of arts*<sup>9</sup>, l'*ENSCI-les ateliers*<sup>10</sup>, l'*ECAL*<sup>11</sup> et le *Polytechnico di Milano*<sup>12</sup>.

Nous avons également consulté, sur Internet, les prix reçus lors d'expositions spécialisées comme la *Fiera di Milano, IFA, Helsinki design Week, London Design Festival, DMY, Paris design Week* ; ou bien lors de concours comme les *RedDot Awards, Audi talents Award, Copasso di Oro, Etoile de l'observateur, If design award*.

### 3.1.3. Identification d'artefacts dans le domaine de l'Industrie

Pour compléter la prospection, nous avons également recherché des projets dans le domaine industriel. Sont qualifiés d'industriels des artefacts commercialisés soit par des énergéticiens soit par des entreprises spécialisées dans la gestion d'information dans le domaine énergétique. Nous avons identifié ces entreprises ou startups en discutant avec des équipes internes à la R&D d'EDF, en analysant les événements environnementaux publics (COP 21, One Planet Summit, Assises Européennes de la Transition Energétique, Énergie pour une mobilité intelligente, Produrable) ainsi que les principaux salons sur l'électronique et la domotique (CES de Las Vegas, Futur en Seine, Web Summit).

## 3.2. Filtrage des artefacts

Au terme de la première étape, 250 références sont présélectionnées. Deux critères nous aident à les filtrer. Tout d'abord, nous ne sélectionnons que des artefacts de haute-fidélité, constitués a minima d'une maquette ou d'un prototype fonctionnel. Puis, dans le cas où nous découvrons plusieurs artefacts présentant des similitudes, nous ne sélectionnons que celui qui est le mieux documenté (argumentaire commercial, intention de création, ou étude scientifique). Cette documentation nous aidera à qualifier l'artefact dans le Design Space. L'ajout de ces critères permet de réduire le nombre de références à cent.

## 3.3. Architecture du Design Space

Pour construire le Design Space, nous utilisons une double approche : descendante et ascendante.

### 3.3.1. Approche descendante

Les dimensions principales du Design Space s'appuient sur les quatre dimensions inspirées des travaux antérieurs : **données, représentations, dispositifs et utilisateurs.**

Ces dimensions nous aident à définir 1) Quelles sont les données utilisées par l'artefact ? 2) Comment ces données sont-elles représentées ? 3) Avec quels dispositifs ces représentations sont-elles diffusées ? et 4) Quelles sont les tâches que les utilisateurs sont censés effectuer ?

La lecture des précédents Design Space fournit également des définitions utiles pour structurer des sous-dimensions. Par exemple, Cano et al. identifient cinq modes de représentation différents : « *textuel, réaliste, symbolique, artistique, quantitatif* » (Cano, Laurillau, et Calvary 2015). Nous ne les utilisons pas directement dans l'architecture du Design Space mais choisissons de les confronter avec les caractéristiques des artefacts que nous avons analysés.

### 3.3.2. Approche ascendante

Les caractéristiques des artefacts analysés nous permettent de compléter les sous-dimensions du Design Space. Pour cela, nous employons une approche qualitative pour analyser les documents qui décrivent les artefacts (Creswell 2012). Les images des artefacts ainsi que les textes descriptifs ont été analysés successivement par deux personnes, Samuel Huron et moi-même. Dans un premier temps, j'ai effectué une passe initiale de codage des artefacts en m'appuyant uniquement sur les dimensions principales pour décrire les caractéristiques de chaque artefact. Par exemple, je code différents types de dispositifs. Ensuite, Samuel Huron, en qualité de relecteur, effectue un travail similaire et propose des ajustements dans la qualification. Au total, quatre passes de codage sont effectuées. À chaque passe, le codage est rediscuté, affiné, jusqu'à ce qu'un consensus soit atteint et que les sous-dimensions soient structurées.

## 3.4. Stratégie d'analyse du Design Space

Avec la création de ce Design Space, nous désirons connaître quels sont les choix effectués par les concepteurs. Afin de les identifier, nous procédons à l'analyse de la distribution de ces choix à l'intérieur de chaque dimension. Nous recherchons ensuite des relations à leurs intersections.

### 3.4.1. Intra dimension

La description des artefacts et le comptage des sous dimensions nous renseignent sur celles qui sont les plus représentées et sur celles qui, au contraire, ne le sont pas.

### 3.4.2. Inter dimension

Nous analysons l'intersection de ces dimensions afin de détecter les synergies et relations entre-elles (Ehrhardt-Martinez et al. 2010). Par exemple, le type de données utilisé influence-il le mode de représentation ou le format du dispositif ?

## 4. Résultats

Après avoir procédé à la sélection d'un corpus d'artefacts, qualifié un Design Space en combinant une approche descendante et ascendante et analysé sa distribution intra dimension et les relations inter dimensions, nous présentons nos résultats dans les quatre sections suivantes :

- R1 : Présentation d'un corpus multi disciplinaire ;
- R2 : Présentation de l'architecture du Design Space ;
- R3 : Analyse du Design Space ;
- R4 : Caractéristiques intrinsèques à chaque domaine de création.

### 4.1. Un corpus multidisciplinaire

#### 4.1.1. Composition du corpus

À la fin du processus de sélection et de filtrage, nous obtenons un corpus composé de cent artefacts (voir Figure 6). Ils proviennent de trois domaines différents et sont répartis dans les proportions suivantes : 63% proviennent du domaine académique<sup>13</sup>, 22% proviennent du domaine du design<sup>14</sup> et 15% du domaine industriel<sup>15</sup>. La plus ancienne référence a été publiée en 1973 (Smith, Jenkins, et Schoengold 1973) et la plus récente en 2018 (wivaldi 2018). Les années qui comptent le plus de références sont 2009, 2012 et 2014.

Figure 5 – Exemples d'artefacts sélectionnés dans le corpus. Dans le sens de lecture : Smappee (smappee 2018), Clockcast (Rasmussen et al. 2017), Totem (Torrini et Delbrayère 2008) et the Pulse of tidy street (Bird et Rogers 2010)

#### 4.1.2. Cas d'usage

Selon les critères de sélection que nous avons déterminés, nous présentons quatre exemples pour illustrer cette sélection.

##### 4.1.2.1. Smappee

Le premier exemple est une application web commercialisée par Smappee (smappee 2018), une société spécialisée dans les logiciels de diagnostics énergétiques (Figure 5-a). Le projet se présente sous la forme d'un tableau de bord présentant l'évolution des consommations pour l'ensemble des flux domestiques. La consommation



d'électricité est présentée au même niveau que celle de l'eau ou du gaz. La production et la consommation d'électricité du ménage sont représentées sous la forme d'un diagramme à barres. L'application est interactive. Il est possible, en navigant dans l'interface, d'obtenir une vue désagrégée où la consommation de chaque appareil est détaillée. Le système fournit également des conseils pour aider les clients à optimiser leur consommation. Il s'agit d'un exemple classique d'application industrielle conçue pour visualiser la consommation et destinée au contexte domestique.

#### 4.1.2.2. Clockcast

L'horloge *Clockcast* (Rasmussen et al. 2017) est un projet de recherche présenté à la conférence OzCHI en 2017 (Figure 5-b). Il s'agit d'une horloge analogique qui a été conçue pour diffuser également une information en lien avec l'électricité. Comme sur n'importe quelle horloge, les aiguilles sont utilisées pour indiquer l'heure. Sur l'image, nous pouvons lire qu'il est 17 h 07. Une plage horaire entre 19 h et 20 h est signalée par une zone colorée située sous les aiguilles. Cette zone représente la disponibilité d'électricité issue des EnR<sup>16</sup> pour les prochaines heures. Les deux types d'information cohabitent dans le même objet. L'affichage de l'heure reste néanmoins l'affichage principal.



#### 4.1.2.3. Totem

Le projet *Totem* (Torrini et Delbrayère 2008) est un projet réalisé par deux étudiants en école de design (Figure 5-c). Il s'agit d'un objet cylindrique exclusivement dédié à la diffusion d'informations de la consommation électrique d'un foyer. Il se compose de trente et un disques (pourvus d'une pointe) empilés. Chaque disque est appairé<sup>17</sup> avec une prise électrique. Lors de l'utilisation d'électricité sur chacune des prises appairées, les disques concernés effectuent un mouvement de rotation. Au cours d'une journée, le dispositif permet de visualiser l'évolution des consommations de toutes les prises du foyer. Dans cet exemple, un soin particulier a été apporté à la définition de l'objet.



#### 4.1.2.4. Tidy Street Project

Le projet de recherche *the pulse of tidy street* (Bird et Rogers 2010) peut sembler en marge des critères de sélection mais nous l'avons tout de même sélectionné car il offre un contrepoint avec les autres artefacts présentés. Il s'agit d'un diagramme géant peint à même la surface d'une petite rue (Figure 5-d). Il ne diffuse pas de données de consommation d'un foyer en particulier mais agrège celles de tous les



habitants de la rue. Même s'il n'est pas situé dans l'espace domestique, sa très grande taille facilite son observation depuis la fenêtre des habitations. Ce projet, revendiqué comme social, offre une occasion pour les habitants d'être conscients de l'impact collectif de leur consommation.

Cette première étape de sélection d'artefacts fidèles à nos critères de recherche a permis de dégager cent références réparties dans trois domaines de création. Ce corpus sera dans l'étape suivante la matière première de la construction d'un Design Space ou d'un espace de conception.

## **4.2. Construction du Design Space**

Nous avons construit le Design Space en nous appuyant à la fois sur les grandes dimensions identifiées lors de l'examen des travaux antérieurs et sur une méthode de codage ouvert effectuée en analysant les artefacts. Dans cette section, nous présentons l'architecture définitive du Design Space en définissant chacune de ses composantes. Le Design Space est structuré en quatre dimensions principales ( 1) données, 2) représentations, 3) dispositif, 4) usagers), douze sous dimensions.

### **4.2.1. Dimension 1 : Données**

Pour concevoir des appareils de feedback, il est indispensable, en premier lieu, de définir les données qui doivent être exploitées. Cette première dimension se divise en trois sous-dimensions : 1) les sources des données, 2) les unités utilisées pour décrire les données et 3) leurs situations spatiales et temporelles.

#### **4.2.1.1. Sources des données**

Nous identifions cinq classes de sources de données : *les données de consommation interne, les données de consommation du réseau, les données synthétiques, les données contextuelles et les autres types de données.*

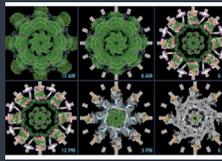
- *Les données de consommation interne* décrivent la consommation électrique du foyer. Ce type de données provient toujours de l'intérieur de la maison et il est généralement mesuré par un compteur intelligent, un compteur électrique ou un appareil de comptage additionnel. Il s'agit par exemple de la consommation d'un appareil mesurée par une prise compteuse ou bien de la consommation journalière d'un foyer.

- Les *données de consommation du réseau* correspondent à l'activité électrique à l'extérieur du foyer. Cela peut être la quantité d'électricité produite par une source industrielle commune, une centrale nucléaire, un parc photovoltaïque ou encore la consommation électrique d'un autre foyer. Ces données sont généralement distribuées par les transporteurs ou les fournisseurs d'énergie.
- Les *données synthétiques* sont des données qui n'ont pas été mesurées par un appareil de comptage mais qui ont été produites par simulation ou estimation. Sont synthétiques, des prévisions de consommation ou des annotations.
- Les *données contextuelles* décrivent le contexte physique ou géographique du logement comme par exemple les conditions météorologiques ou bien les températures intérieures et extérieures.
- Nous avons nommé *autres*, les données de consommation de fluides domestiques qui sont associées aux données électriques comme la consommation d'eau, de gaz ou de fioul.

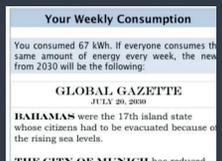
#### **4.2.1.2. Unités de mesure**

Les données dont nous venons de présenter les différentes sources peuvent être exprimées avec différentes unités (Murugesan, Hoda, et Salci 2015). Nous les codons en quatre principales classes : *énergétiques, environnementales, monétaires et jeux*.

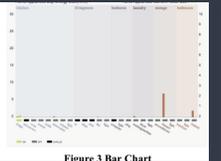
- Les unités *énergétiques* servent à quantifier l'énergie qui est utilisée. Ce sont des unités physiques (Heller et Borchers 2011) qui comprennent les unités couramment utilisées dans le contexte énergétique : le kWh (kilo Watt heures), le Watt (W) et m<sup>3</sup> pour les combustibles tels que le fioul ou le gaz.
- Les unités *environnementales* mesurent l'impact potentiel de la consommation d'énergie sur l'environnement. Par exemple, les émissions de Kg/CO<sup>2</sup> quantifient la quantité de dioxyde de carbone rejetée dans l'environnement suite à la production d'électricité (Bartram 2015). Ces unités sont généralement utilisées comme des équivalences, la conversion d'une unité énergétique vers une unité environnementale étant considérée comme plus compréhensible (Bartram 2015).
- Les unités *monétaires* servent à mesurer la valeur économique d'une marchandise. Dans notre contexte, elles décrivent le coût d'une consommation électrique. L'unité dépend de la devise du pays (\$, €, £) (Bartram 2015).
- L'unité *jeu* est utilisée pour qualifier des actions « respectueuses de l'environnement ». Par exemple, le projet *Dubuque energy portal* (Erickson et al. 2013) récompense les économies



1. 7K oaks



2. Altruistic screen



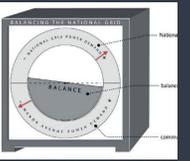
3. Bar chart



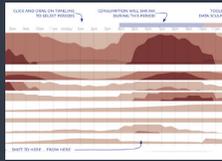
4. Biospheric screen



5. Clockcast



6. Grid balance



12. Data sculpting



13. Dina lamp



14. Dollhouse game



15. Dubuque



16. Eco bear



17. Eco forecast



23. Energy curtain



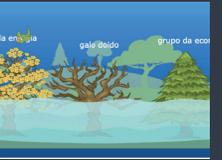
24. Energy life



25. Energy Orb



26. Energy storytelling



27. Energy tree



28. Energy wiz



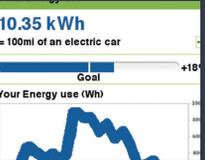
34. Glow



35. Google powermeter



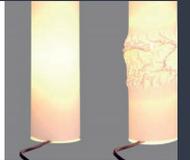
36. Graph



37. Green machine



38. Handy feedback



39. heatSensitive lamp



45. LoopEnergy saver



46. Lumme



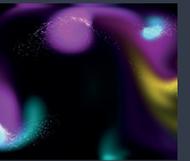
47. Luminion



48. My companion



49. Nootan



50. Normal Canvas



56. Power viz



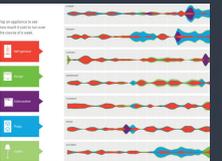
57. Power aware cord



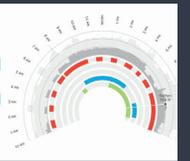
58. Power chord



59. Power explorer



60. Powering k. app



61. Powering k. day



67. Shake light bottle



68. Share aware light



69. Sinais



70. Smappee



71. Social power game



72. Social screen



78. The eco eye



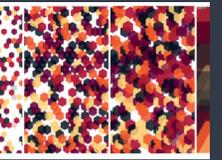
79. The element



80. The energy plant



81. The HEMS



82. The hive design



83. Energy indicator



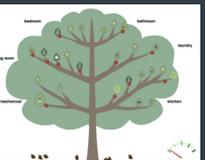
89. Tidy street project



90. Tree energy



91. Totem



92. TreeVis



93. Vision energy

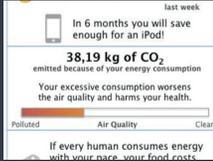


94. Wag

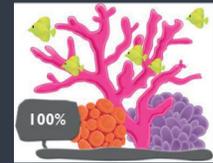


Figure 6 – Planche contact regroupant les 100 artefacts sélectionnés.

7. Compteur vivant



8. Coralog



9. Cossmic



10. Coupe veille



11. Crank sound box



18. Ecoistic screen



19. EmonCMS



20. Energy aware clock



21. Energy babble



22. Energy clock



29. Erratic radio



30. EyedroHighlight



31. Figure Energy



32. Flower lamp



33. Forewatch



40. Home tree



41. Horloge énergétique



42. Household e. game



43. InLuce



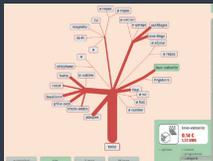
44. Lightjar



51. Nuage vert



52. POEM



53. Polar bear



54. Power advisor



55. Power point



62. Powerley



63. Pulse



64. Pulse interrupteur



65. Reveal-it



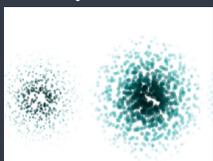
66. Sémaphore



73. SOS florestas



74. Study 3



75. Switch



76. Ténéré



77. The box



84. Local energy lamp



85. Phylotaxis design



86. Pinwheel design



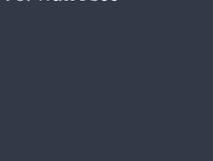
87. The powerhouse



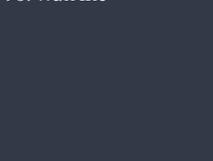
88. Street inspector



95. Watt I see



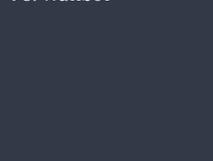
96. Watt lite



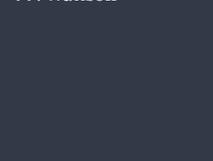
97. Watt time



98. Wattbot



99. Wattson



100. Wivaldy



d'énergie réalisées en distribuant des *Green points*.

#### 4.2.1.3. Échelle

Les données énergétiques sont habituellement diffusées à des échelles variées (Cano, Laurillau, et Calvary 2015; Heller et Borchers 2011; Spagnolli et al. 2011; Daniel et al. 2019; Pierce, Odom, et Blevis 2008a). Nous proposons la définition de deux classes d'échelles : *temporelle* et *spatiale*.

- *L'échelle temporelle* définit l'emplacement des données dans le temps, dans le **passé, le présent ou le futur**. Nous observons plusieurs périodes. L'échelle utilisée pour décrire le passé comprend l'année, le mois, la semaine, la veille, le jour et l'heure. L'échelle du présent est indiquée en **temps réel**. L'échelle future est utilisée pour les **consommations prévisionnelles** sur « *les heures à venir* » (Kjeldskov et al. 2015), « *les prochaines 12 heures* » (Raptis et al. 2017), et « *l'avenir lointain* » (Petkov et al. 2012).
- *L'échelle spatiale* définit l'ordre de grandeur des données dans l'espace. Elle est subdivisée en six niveaux. Le plus petit est celui de la consommation d'un **appareil électrique**, suivi de la consommation globale d'une **pièce** d'habitation, puis de la **globalité d'un logement**. Il existe enfin des niveaux qui dépassent le logement comme la consommation globale d'un **ensemble d'habitations** situées dans une même rue, un quartier, une ville et un pays tout entier.

#### **4.2.2. Dimension 2 : Représentations**

Afin d'être intelligibles par les utilisateurs, les données électriques sont représentées sous différentes formes visuelles. Les choix de représentation ont un impact majeur sur la façon dont les données seront perçues, comprises et utilisées. Dans la collection d'artefacts, nous avons observé une diversité de représentations que nous codons en cinq types : 1) le médium, 2) les styles de visualisation, 3) les types de graphiques, 4) les variables physiques utilisées et 5) les métaphores visuelles.

##### 4.2.2.1. Médium

Le *médium* désigne le canal de communication utilisé pour transmettre les données. Nous avons codé trois canaux principaux (Figure 7) :

- Avec une **visualisation**, les données sont diffusées sur un écran

ou une matrice d'affichage 2D ;

- Lorsque les données sont diffusées par des sons, nous employons le terme de **sonification** ;
- Quand la diffusion de données requiert des transformations physiques (taille, volume, texture, etc.) nous employons le terme de **physicalisation**.

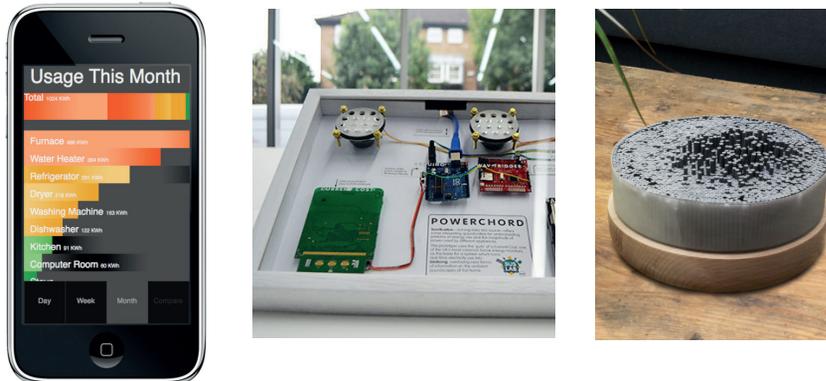


Figure 7 – Sélection de trois artefacts illustrant les différents médiums utilisés pour représenter des données énergétiques : a) visualisation (Petersen, Steele, et Wilkerson 2009), b) sonification (Lockton, Bowden, et al. 2014) et c) physicalisation (Victor Boquet 2015)

#### 4.2.2.2. Styles de visualisations

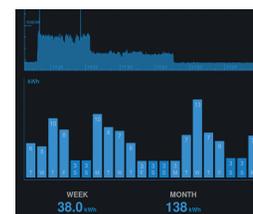
Il existe de nombreuses façons de visualiser une information. La catégorie styles de visualisations regroupe les principales familles décrites par des études antérieures (Bartram 2015; Cano, Laurillau, et Calvary 2015; Heller et Borchers 2011; Daniel et al. 2019). Nous définissons cinq styles (Figure 8) : 1) *textuel*, 2) *pragmatique*, 3) *embelli*, 4) « *casual* » et 5) *artistique*.

- Le style est dit *textuel* lorsque les données sont exprimées avec des caractères alphanumériques (Cano, Laurillau, et Calvary 2015). Par exemple, le dispositif *EcoEye* (Figure 8-a) affiche le nombre représentant la quantité de kilogramme de CO<sup>2</sup> produit pendant un mois.
- Nous nommons *pragmatique* une visualisation spécifiquement conçue pour faciliter l'analyse et l'exploration des données (Bartram 2015; Pierce, Odom, et Blevis 2008b; Entwistle et al. 2015; Kosara 2007). Ce style de visualisation emploie généralement des graphiques quantitatifs présentés dans la section « Types de graphiques » (Figure 8-b). Ce style de visualisation est ciblé pour une population professionnelle ayant les compétences requises pour les interpréter (Viégas et

Figure 8 – Sélection de cinq artefacts utilisant des styles de visualisation différents :



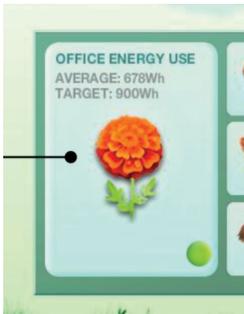
a) The *EcoEye* (Pierce, Odom, et Blevis 2008a) utilise une visualisation textuelle,



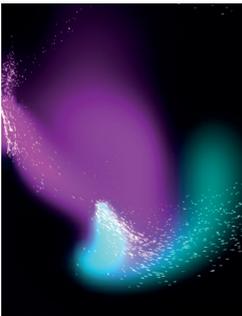
b) *Emoncms* (OpenEnergyMonitor 2018) : pragmatique,



c) Cosmic (Vilarinho et al. 2016) : embellie ,



d) POEM (Milenkovic et al. 2013) : casual,



e) Normal Canvas (Makonin, Pasquier, et Bartram 2011) : artistique.

Wattenberg 2007; Z. Pousman, Stasko, et Mateas 2007; Huang et al. 2015).

- Nous réutilisons le terme *embelli.*, utilisé par Scott Bateman (Bateman et al. 2010), pour désigner une visualisation pragmatique qui a été graphiquement stylisée ou transformée en illustration (Figure 8-c).
- Nous reprenons le terme *casual*, employé par Pouzman et Stasko (Z. Pousman, Stasko, et Mateas 2007), pour définir des visualisations spécifiquement créées pour des usagers non experts dans des situations occasionnelles. Ces visualisations sont généralement « ambiantes » (elles fonctionnent sans arrêt) et artistiques (elles utilisent des métaphores pour suggérer un état). La Figure 8-d illustre une visualisation de ce type. La consommation en temps réel est représentée par une fleur. Suivant cette métaphore, en cas de consommation excessive la fleur fane. Il s'agit d'une méthode de visualisation rapide et, selon les auteurs, compréhensible par le plus grand nombre.
- Une visualisation *artistique* : est une représentation visuelle de données qui n'est pas obligatoirement quantitative. Ce style témoigne d'une grande liberté graphique et ne sert pas nécessairement une tâche d'analyse. De fait, les visualisations artistiques peuvent accroître l'intérêt de l'auditoire mais elles ne sont pas nécessairement plus faciles à comprendre (Figure 8-e). Toutefois, l'aspect esthétique peut également promouvoir l'augmentation de l'engagement, de l'intérêt et de la participation des utilisateurs (Bartram 2015).

#### 4.2.2.3. Types de graphiques

Les visualisations qualifiées de pragmatiques utilisent des diagrammes communs pour représenter les données. Nous en identifions dix-neuf différents dans le Design Space. On peut citer, par exemple, la famille des *barchart* ou *linechart* qui permet de mieux comprendre l'évolution d'une valeur dans le temps et la famille des *sunburst* et *heatmap* qui aide à l'identification de « zones » plus consommatrices que d'autres.

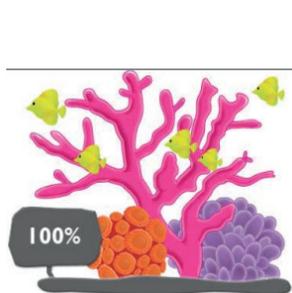
#### 4.2.2.4. Variables physiques

Cette sous-dimension concerne les physicalisations qui utilisent des variables physiques pour encoder des données (Jansen et al. 2015).

Nous en distinguons trois types : la lumière, la géométrie et le son.

- La lumière admet plusieurs variables comme la couleur émise (Martinez 2007), l'intensité lumineuse (Broms 2008) ou la fréquence de scintillement (Gustafsson et Gyllenswärd 2005).
- Nous nommons, transformation géométrique, la modification de la forme générale d'un objet physique pour encoder des données. Il peut s'agir d'une opacification d'une matière transparente (Cauvard 2009), d'une dégradation progressive du volume d'un objet (Backlund et al. 2007) ou bien encore d'une modification de texture (Victor Boquet 2015).
- Une propriété sonore peut également être considérée comme une variable physique puisqu'elle rentre en vibration. Nous distinguons deux aspects, les objets qui produisent un son pour traduire des données (Lockton, Bowden, et al. 2014) et ceux qui modifient un son déjà existant (Ernevi, Palm, et Redström 2007).

#### 4.2.2.5. Métaphores visuelles



a) animale (T. Kim, Hong, et Magerko 2009)



b) utilitaire (Sun et Bartram 2014)



c) industrielle (anonyme 2017).

Figure 9 – Sélection de visualisations utilisant des métaphores.

Pour les artefacts qui diffusent des informations au moyen de visualisations, nous remarquons que certains utilisent des métaphores visuelles (Figure 9). Ce terme est défini par Donna Cox (Cox 2006) comme «*le mapping d'un domaine de l'information vers un autre domaine de l'information*». Nous pouvons compléter la définition en précisant que l'ajout de métaphores visuelles a, pour utilité principale, de rendre visible un contexte énergétique ou environnemental en utilisant des codes narratifs explicites.

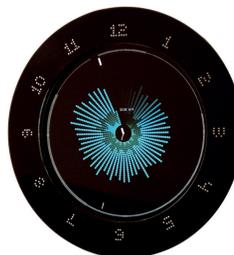
Nous distinguons trois types de métaphores : **environnementales, domestiques et industrielles.**

- La métaphore est dite environnementale : lorsque la visualisation utilise des codes graphiques illustrant des fleurs (Milenkovic et al. 2013), des arbres (Nisi et al. 2013), des animaux (T. Kim, Hong, et Magerko 2009) (Figure 9-a). ou bien des phénomènes physiques comme des nuages (PositiveFlow 2006). L'emploi de ces métaphores est motivé par de désir d'accroître une prise de conscience de l'utilisateur de l'impact énergétique sur l'environnement (Nisi et al. 2013).
- La métaphore domestique : on les rencontre dans certains artefacts qui utilisent des codes graphiques rappelant l'environnement domestique. Sont illustrés par exemple des objets utilitaires (Sun et Bartram 2014) (Figure 9-b), des éléments d'architecture (Bang, Torstensson, et Katzeff 2006) et même des jouets (Johnny Rodgers et Bartram 2011). L'utilisation de ces métaphores facilite le rapprochement entre des activités réelles et les informations diffusées par les artefacts.
- Les métaphores industrielles : elles se retrouvent parfois dans les artefacts diffusant des données relatives à la production industrielle ou à l'acheminement de l'électricité (Figure 9-c). Elles peuvent par exemple illustrer le cycle industriel de l'énergie, de l'extraction du combustible, à la production de l'énergie jusqu'au traitement des déchets (anonyme 2017).

Figure 10 – Sélection de dispositifs illustrant les quatre types présentés dans cette section. Dans le sens de lecture : a) un dispositif classique d'information (powerley 2017), b) un dispositif dédié (Gaver et al. 2015), c) un dispositif domestique (In-flexion 2012) et d) une intervention environnementale (Evans, Hansen, et MultiMedia 2009).

### 4.2.3. Dimension 3 : Dispositif

Afin d'afficher les informations, les représentations doivent être



intégrées dans des dispositifs. Nous proposons ici de définir des types de dispositif et de décrire leur relation avec l'information.

#### 4.2.3.1. Types de dispositif

Nous identifions au total quatre types de dispositifs utilisés pour diffuser des informations (Figure 10) : les *dispositifs classiques d'information (DCI)*, les *dispositifs dédiés (DD)*, les *dispositifs domestiques (DoD)* et *Interventions environnementales (IE)*.

- Nous nommons *dispositifs classiques d'information (DCI)* : tous les dispositifs conçus pour diffuser une grande variété d'informations différentes y compris de l'information énergétique (Figure 10-a) . Il peut s'agir par exemple de smartphones (powerley 2017), de tablettes (Paay et al. 2014) ou d'ordinateurs (Brun 2007).
- Les *dispositifs dédiés (DD)* : sont spécialement conçus pour diffuser des informations énergétiques (Figure 10-b). Dans cette catégorie, nous remarquons des choix de conception très différents allant du poste de radio amateur (Gaver et al. 2015) à la veilleuse (Belley 2006b).
- Nous nommons *dispositifs domestiques (DoD)* : tout appareil présent dans l'espace domestique et utilisé pour des fonctions spécifiques (éclairer ou chauffer par exemple) et qui possède, en plus, la capacité de diffuser des informations énergétiques (Figure 10-c). Il peut s'agir par exemple d'une horloge (Inflexion 2012).
- Enfin, nous nommons *interventions environnementales (IE)* : l'information diffusée est associée à un environnement externe mais reste visible depuis l'intérieur du foyer (Figure 10-d). L'information peut être peinte sur la chaussée (Bird et Rogers 2010), projetée sur un panache de fumée (Evans, Hansen, et MultiMedia 2009) ou positionnée sur un pignon d'immeuble (PositiveFlow 2006).

#### 4.2.3.2. Relation entre la représentation de l'information et les dispositifs

Il s'agit, avec cette sous-catégorie, de définir la relation entre l'information et le dispositif. Plus précisément, nous décrivons comment le dispositif supporte et délivre l'information.

Nous en identifions trois types de relation (Figure 11) dites : *affichée*, *augmentée* et *greffée*.

- La relation est dite affichée : lorsque les informations sont retransmises par un système intégré (Figure 11-a). Il peut s'agir d'un écran, ou d'une variation physique du dispositif.
- La relation est augmentée : quand un objet du quotidien a été reconçu et fabriqué pour diffuser des informations (Figure 11-b). Par exemple, les designers qui ont dessiné la suspension *Flower lamp* (Backlund et al. 2007) ont utilisé des matériaux capables de se contracter quand l'objet consomme une certaine quantité d'énergie.
- Nous appelons, relation greffée : la stratégie visant à ajouter des informations énergétiques à des objets domestiques (Figure 11-c). Il s'agit d'ajouter un élément à un objet déjà existant sans le modifier. Pour le projet *SOS florestas* (Zoopropaganda 2009), un autocollant a été collé sur un interrupteur électrique. Il ne gêne pas son utilisation mais l'exploite pour sensibiliser l'utilisateur à des causes environnementales.

#### 4.2.4. Dimension 4 : Usagers

Figure 11 – Sélection de artefacts illustrant les trois relations entre représentation d'information et dispositif. Dans le sens de lecture : affichage sur un écran (smappee 2018), augmentation des propriétés d'un objet (Backlund et al. 2007) et greffe d'une information sur un objet (Zoopropaganda 2009).



Lorsqu'ils désirent créer un système de feedback, les concepteurs doivent sélectionner des données, choisir un mode de représentation et utiliser un dispositif pour les diffuser. Ils doivent également définir les tâches qui seront probablement effectuées par les usagers. La quatrième dimension du Design Space se concentre uniquement sur ce dernier point.

Afin d'identifier ces tâches, nous avons élaboré une approche de codage ouverte (Flick 2018) en extrayant, dans chaque document textuel, les **verbes d'action** servant à décrire ce que l'utilisateur pourrait faire avec l'artefact. Au total, nous identifions des verbes d'action pour quarante-six artefacts que nous regroupons en cinq types de tâches organisées en fonction du niveau d'engagement

de l'utilisateur, de la collecte jusqu'à l'action concrète sur le système électrique (Figure 12). Bien sûr, ces catégories ne sont pas exclusives, un artefact peut, par exemple, proposer des tâches de type *percevoir* et *comprendre*. Nous identifions 9 artefacts qui correspondent à ce cas de figure. Pour clarifier l'analyse, nous choisissons de ne conserver que les tâches principales, qui sont mises en avant par le concepteur.

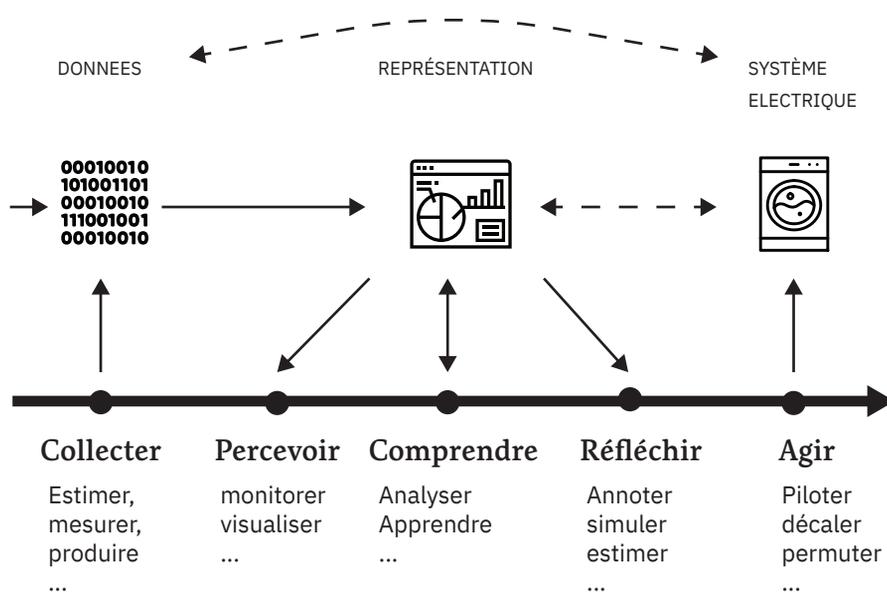


Figure 12 – Tâches effectuées par les usagers organisées sous la forme d'un continuum d'engagement.

- Collecter : avec cette tâche l'utilisateur « mesure », « estime » ou récupère lui-même ses données de consommation. Il s'agit du premier niveau d'engagement, celle de l'appréciation des données par la collecte.
- Percevoir : cette catégorie regroupe l'ensemble des tâches que les utilisateurs effectuent pour prendre connaissance d'informations.
- Comprendre : cet ensemble comprend toutes les tâches effectuées pour tenter d'expliquer les résultats obtenus.
- Réfléchir : certaines tâches impliquent une activité réflexive pour les utilisateurs. L'utilisateur pourrait concevoir des alternatives possibles pour réduire ses émissions de consommation. Elles sont regroupées dans la catégorie *réfléchir*.
- Agir : lorsqu'une ou plusieurs actions effectuées par les utilisateurs ont un impact réel sur leur consommation ou sur leur facturation, il s'agit de tâches que nous avons appelées *agir*. Il

s'agit là du plus haut niveau d'engagement.

L'examen mutuel des précédentes taxonomies et des caractéristiques des artefacts ont facilité la création de ce Design Space. Il couvre trois dimensions liées à la technique et une liée aux tâches réalisées par les usagers. Nous désirons maintenant découvrir comment ce Design Space est peuplé, c'est-à-dire quelles sont les classes les plus représentées et à l'inverse celles qui le sont moins.

#### 4.2.5. Présentation du Design Space

		SMAPPEE	CLOCKCAST	TOTEM	TIDY STREET PROJECT	
<b>DONNÉES</b>	Source	Interne	X		X	
		Réseau	X	X	X	
		contextuel	X	X		
	unités	Watt	X			X
		kWatt/h			X	
		€				
		CO2				
		°C	X			
		L	X			
	Échelle spatiale	m3	X			
		appareil	X		X	
		Foyer	X			
		rue				X
	Échelle temporelle	ville		X		
		prévision		X		
		temps réel			X	
jour		X				
semaine		X			X	
mois		X				
année	X					
<b>REPRÉSENTATIONS</b>	Medium	visualisation	physicalisation	physicalisation	visualisation	
	Style de visualisation	pragmatique	pragmatique		pragmatique	
	Type de diagramme	barchart	piechart		linechart	
	Métaphore visuelle					
	Variable physique			mouvement		
			lumière			
<b>DISPOSITIFS</b>	Type	Dispositif classique d'information	Dispositif domestique	Dispositif dédié	Intervention environnementale	
	Relation	Affiché	Augmenté	Affiché	greffé	
<b>USAGERS</b>	Tâches	Percevoir		Comprendre	Percevoir	

Figure 13 – Exemple de grille de codage utilisée pour qualifier les artefacts.

Nous utilisons ce Design Space pour qualifier l'ensemble des artefacts de la collection. Dans cette section, nous illustrons cette étape à l'aide des quatre exemples présentés dans la Figure 5. La grille de codage utilisée est présentée (Figure 13).

#### 4.2.5.1. Smappee

L'application web *Smappee* (smappee 2018) utilise **plusieurs sources de données** : internes, réseaux, contextuelles et autres. La page présente des données qui utilisent **cinq unités de mesure** regroupées en deux catégories, énergétique (W, kWh, m<sup>3</sup>) et environnementale (T°, L). Les **échelles spatiales** des données se situent au niveau du foyer et des appareils. Nous remarquons l'emploi de **plusieurs échelles temporelles** : jour, semaine, mois, année.

*Smappee* (smappee 2018) utilise la **visualisation** comme médium pour représenter ces données. Le style utilisé est **pragmatique**. En effet, tous les graphiques observés sont des **barchart** et nous ne repérons l'emploi d'aucune métaphore.

L'ensemble de visualisations proposées est affiché sur un écran d'ordinateur. Il s'agit donc d'un type **dispositif classique d'information**.

Les auteurs de cette application web ont déclaré que les utilisateurs effectuaient des tâches de type **comprendre**.

#### 4.2.5.2. Clockcast

L'horloge *Clockcast* (Rasmussen et al. 2017) exploite des **données provenant du réseau électrique** mais est principalement **conçue pour diffuser l'heure**. Nous la classons dans la catégorie **contextuelle**. Il n'y a pas d'unité utilisée pour cet exemple, juste les créneaux horaires. L'échelle spatiale des données de réseau est située au niveau de la **ville**. L'échelle temporelle, elle, est **prévisionnelle** (prévision des prochaines heures).

*Clockcast* (Rasmussen et al. 2017) utilise la **physicalisation** comme médium pour représenter ces données avec le mouvement comme variable physique.

Il s'agit d'un **dispositif domestique** (une horloge) dont la fonction initiale a été **augmentée** pour pouvoir intégrer des informations additionnelles.

Malheureusement, les auteurs n'indiquent pas quelles sont les tâches effectuées avec cet objet.

#### 4.2.5.3. Totem

Le projet *Totem* (Torrini et Delbrayère 2008) exploite des mesures de consommation effectuées par des prises-compteuses. Il s'agit donc d'une **source interne**. La consommation de chaque prise est transmise **en kilowatt/heure** et en **temps réel** par cet objet. Cette caractéristique permet de cibler des données situées à **l'échelle de chaque appareil** électrique branché sur ces prises.

Le medium utilisé pour représenter toutes ces données est une **physicalisation**. Le projet exploite les variables physiques du **mouvement** et de la **lumière** pour représenter des informations.

Il s'agit d'un **dispositif dédié**, spécialement conçu pour **diffuser** des informations.

Enfin, selon deux auteurs, il permet aux usagers de **comprendre** les consommations des appareils branchés aux prises-compteuses.

#### 4.2.5.4. Tidy Street Project

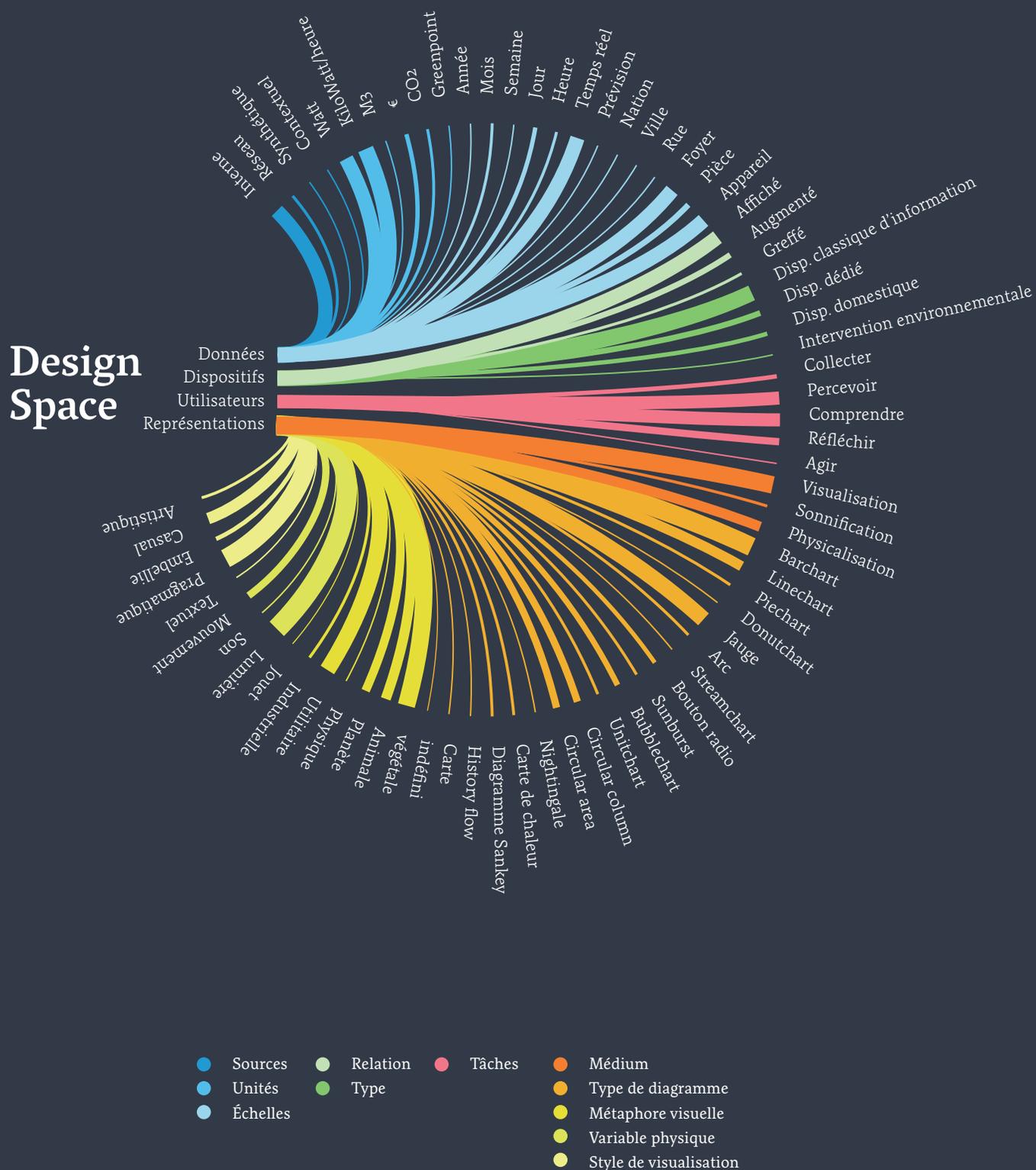
*The pulse of Tidystreet* (Bird et Rogers 2010) n'est pas un artefact commun mais une expérience collective entre une équipe de recherche, des designers et les habitants d'une petite rue de la cité de Brighton. Cette installation exploite les données de **consommation interne** de tous les foyers de la rue et les compare avec les données provenant du réseau (la consommation de la ville entière). Ces données sont exprimées en **kilowatts/heure**. Elles se situent aux échelles de la **rue** (agrégation des consommations des foyers) et de la **ville**. Chaque **semaine**, entre mars et avril 2011, une équipe de graffeurs ajoute un point de consommation.

Les données sont représentées par une **visualisation** géante de style **pragmatique**, un *Line graph* occupant toute la longueur de la rue.

Ici, l'information est apposée à même la surface de la chaussée. C'est un exemple de relation **greffée** et de dispositif de type **intervention environnementale**.

Les usagers, depuis leur fenêtre ou en rentrant chez eux, contemplant cette production. Ils effectuent, d'après les auteurs, une **tâche de perception**.

Figure 14 – Représentation de la distribution des caractéristiques du Design Space. La couleur bleue représente la dimension donnée, la couleur orange correspond à la dimension représentation, la couleur verte est attribuée aux dispositifs et la couleur rouge est associée à la dimension des utilisateurs.



### 4.3. Analyse du Design Space

Nous avons codé les 100 artefacts du corpus. Dans ce chapitre, nous présentons l'exploration de chaque dimension du Design Space.

Elle permet de répondre aux questions suivantes :

- Quelles données sont visualisées ?
- Comment sont représentées ces données ?
- Quels dispositifs diffusent ces représentations ?
- Pour accomplir quelles tâches ces appareils ont-ils été conçus ?

#### 4.3.1. Quelles sont les données qui sont visualisées ?

Nous explorons tout d'abord la première dimension du Design Space pour déterminer quelles sont les **sources, les unités et les échelles** de données qui sont les plus visualisées. La distribution de ces éléments est représentée en bleu sur la [Figure 14](#).

Nous remarquons que la source de données la plus importante est **interne**, c'est-à-dire qu'elles concernent la consommation électrique du **foyer**. Elle est utilisée dans 71 artefacts. Comme nous l'avons découvert avec l'application web *Smappee* ([smappee 2018](#)), certains artefacts utilisent quelquefois plusieurs unités. Dans cette catégorie, le kilo-Watt/heure (kWh) est le plus représenté. Cette unité est utilisée par 61 artefacts. À l'inverse, les unités *environnementales* et *monétaires* sont beaucoup moins utilisées avec respectivement 16 et 8 citations.

Parce que la sous-dimension *échelles* inclut à la fois les dimensions temporelles et spatiales, nous avons choisi de les croiser pour observer où se situent majoritairement les artefacts. La [Figure 15](#) illustre ce croisement. L'axe des abscisses présente les échelles spatiales, l'axe des ordonnées représente les échelles de temps. À l'intersection de ces deux dimensions, la taille des cercles indique le nombre d'artefacts. Les pastilles en couleur bleu et rouge indiquent les zones les plus représentées. Au contraire, les hachures délimitent les zones où peu d'artefacts sont cités.

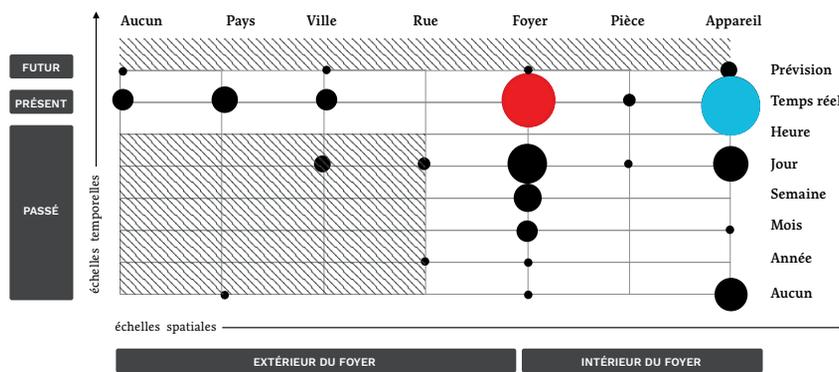


Figure 15 - Répartition des artefacts par échelles. L'échelle spatiale est en abscisse. L'échelle temporelle est en ordonnée.

#### 4.3.1.1. Échelles sur-représentées

À la lecture de ce graphique, nous faisons le constat que l'essentiel des données représentées par les artefacts se trouvent sur l'axe horizontal *temps réel* (utilisé par 52 artefacts) et les axes verticaux *foyer* (44 artefacts) et *appareil* (38 artefacts). Deux principales intersections sont indiquées par un cercle bleu et un cercle rouge.

Le cercle bleu se trouve au croisement entre l'échelle *temps réel* et *appareil* et représente à lui seul 23 artefacts, soit presque un quart du corpus. Les artefacts concernés sont donc conçus pour délivrer une information désagrégée de la consommation au moment où les appareils sont utilisés. Ainsi, le projet *the pinwheel design* (Johnny Rodgers et Bartram 2011) permet de visualiser les consommations de plusieurs appareils électroménagers situés dans une cuisine.

Le cercle rouge, lui, se trouve à la croisée entre l'échelle *temps réel* et *foyer* et est peuplé de 21 artefacts. Ces derniers utilisent donc des données similaires au *In-home-Display* distribués par les énergéticiens. Ils informent de l'évolution de la consommation globale d'électricité en temps réel comme par exemple *Handy Feedback* (Weiss et al. 2009).

L'identification de ces cercles laisse à penser qu'une majorité de données représentées dans cette collection est uniquement centrée sur le temps présent et sur l'échelle globale du foyer soit, « *ici et maintenant* ».

#### 4.3.1.2. Échelles sous-représentées

Nous identifions également des zones où il y a peu d'artefacts. Elles sont représentées par des hachures sur la Figure 15.

La première de ces zones concerne les données qui sont situées **dans**

**le futur.** En effet, nous n'avons comptabilisé que cinq références qui utilisent des données de ce type. Contrairement à la majorité des artefacts conçus pour informer ou alerter les usagers sur leur consommation passée ou actuelle, ces exemples font figure d'exceptions. Plutôt conçus pour informer et aider les usagers à anticiper leurs consommations, ces données peuvent provenir du réseau électrique et informer l'utilisateur de futures périodes « vertes »<sup>18</sup> (Kjeldskov et al. 2015) ou projeter dans un futur lointain des habitudes de consommations actuelles (Petkov et al. 2012).

La seconde zone peu peuplée concerne les données situées à l'**extérieur du foyer**. Dans certains cas, l'utilisateur et son habitat sont englobés dans une échelle plus grande comme par exemple l'intervention *The pulse of Tidy street* (Bird et Rogers 2010). Les données sont alors mises en comparaison avec celles d'autres personnes (Valkanova et al. 2013) ou elles peuvent agir mutuellement (Gaver et al. 2015; De Luca et Castri 2014). Ces données peuvent aussi correspondre à la composition du mix énergétique sur une période (Quintal et al. 2016).

L'analyse de cette première dimension nous permet de constater l'**utilisation massive de données de source interne**. L'observation des échelles où elles sont situées révèle des zones sur-représentées ainsi que des zones sous-représentées. La première zone, **sur-représentée**, se situe à l'**intérieur du foyer en temps réel**. La seconde zone, **sous-représentée**, concerne les échelles situées à l'**extérieur du foyer et dans le futur**.

### 4.3.2. Comment les données sont-elles représentées ?

L'analyse des représentations correspond à l'étude de la zone orange de la [Figure 14](#). Nous constatons tout d'abord que les artefacts utilisant des **visualisations** représentent la catégorie la plus conséquente (68% du corpus). En deuxième position se trouve le groupe d'artefacts utilisant des **physicalisations** qui représentent 28% du corpus. Nous présentons ces deux médiums en détail dans la section qui suit.

#### 4.3.2.1. Visualisation : une large diversité de représentations et de diagrammes

Nous remarquons que les styles *pragmatiques* et *casuals* sont les plus utilisés.

Le style *pragmatique* est le plus représenté (51% des visualisations) ce qui indique que les concepteurs espèrent, majoritairement, faciliter l'analyse et l'exploration des données. C'est précisément dans ce groupe que nous listons l'emploi d'une riche palette de charts (17 formes différentes). Par exemple, l'emploi d'histogrammes dans l'application *Emoncms* (OpenEnergyMonitor 2018) facilite la lecture de l'évolution de la consommation dans le temps ; ou bien l'utilisation d'une *heatmap* dans l'application *The hems* (Schwartz et al. 2015) permet de détecter rapidement la pièce la plus consommatrice du foyer.

Le style de visualisation « *casual* » est également bien représenté dans le Design Space (31% des visualisations). L'utilisation de ce style semble répondre au besoin d'informer de l'évolution des tendances de consommation. L'application *POEM* (Milenkovic et al. 2013) illustre parfaitement cette utilisation. En effet, l'encodage du niveau d'électricité consommé s'appuie sur une métaphore florale. Elle éclot quand des économies sont réalisées où fane dans le cas contraire.

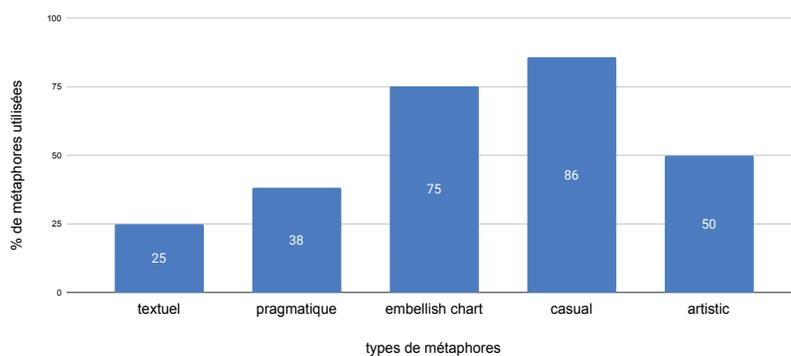


Figure 16 – Répartition en % des métaphores utilisées par style de visualisation.

Plus généralement, nous faisons le constat que 86% des artefacts qui utilisent ce style de visualisation font appel à des *métaphores*, bien plus que les autres (voir Figure 16). Ce style de visualisation fait majoritairement appel à des **références naturelles** comme en témoignent les projets *the ténééré* (J.-W. Kim, Kim, et Nam 2009), *treeVis* (Sun et Bartram 2014), *home tree* (Quintal et al. 2013). Les visualisations de style *pragmatiques* exploitent, quant à elles, quasi exclusivement des **métaphores utilitaires**.

Ces deux styles, *pragmatique* et « *casual* », représentent 82% de l'ensemble des visualisations. Les autres styles (*textuel*, *embelli*, *artistique*) sont peu exploités et ne représentent, ensemble, que 18% des visualisations du corpus.

#### 4.3.2.2. Physicalisation : peu de variables physiques utilisées

À l'inverse de la grande diversité de styles observée dans le groupe des visualisations, le groupe des physicalisations est loin d'être aussi riche. En effet, nous identifions seulement deux variables physiques : la lumière et la géométrie.

La lumière est la plus utilisée. Elle représente 75% des physicalisations. Nous constatons que son emploi est motivé par le besoin d'alerter un changement de statut énergétique (dépassement d'un seuil, modification tarifaire) comme illustré par les artefacts *Energy Orb* (martinez 2007), *Glow* (Lachman 2018) et *Local energy lamp* (Pierce et Paulos 2010). Ces trois artefacts utilisent un changement de teinte de la lumière émise.

Un groupe plus restreint de physicalisations (25%), utilise la faculté de modification de géométrie de l'appareil pour encoder des données. Ce processus tantôt physique (Backlund et al. 2007) (la matière fond progressivement), tantôt mécanique (Victor Boquet 2015) (un assemblage de pièces changent de direction), implique un temps de transformation qui n'est pas instantané. Ces physicalisations traduisent l'évolution de la consommation sur une période donnée

#### 4.3.3. Quelles échelles de données sont diffusées par les modes de représentation ?

Figure 17 - Relation entre les modes de représentation (à gauche) et les trois principales échelles temporelles de données (à droite).



À elles seules, les visualisations pragmatiques et casuels ainsi que les physicalisations représentent 84% de tous les artefacts du corpus. Nous souhaitons découvrir s'il existe une relation entre ces modes de représentation et les échelles temporelles de données présentées dans la [Figure 15](#). Nous les simplifions pour faciliter l'analyse en concaténant les échelles en années, mois, semaines, jours, heures, dans un groupe appelé *passé*. Les échelles *temps réel* et *futur* sont utilisées telles quelles. La [Figure 17](#) nous permet de visualiser les échelles de temps principalement utilisées par les modes de représentation.

#### **4.3.3.1. Les visualisations pragmatiques : des données situées dans le passé**

Le premier constat que nous faisons concerne le groupe le plus important : les *visualisations pragmatiques*. Nous observons que 68% d'entre-elles utilisent des données de type *passé*. Ce style de visualisation semble apprécié des concepteurs pour représenter principalement des historiques de consommation.

#### **4.3.3.2. Les visualisations « casual » : des données représentées majoritairement en temps réel**

À l'inverse, 68% des visualisations « *casual* » utilisent des données situées en temps réel. Ce mode de représentation ambiant, qui utilise des métaphores pour illustrer le statut de la consommation, semble particulièrement apprécié des concepteurs pour exprimer le présent.

#### **4.3.3.3. Les physicalisations : des données représentées massivement en temps réel**

Nous observons que les physicalisations sont massivement choisies pour représenter des données en temps réel. 89% de celles qui utilisent la *lumière* comme variable physique utilisent cette échelle de donnée, contre 86% de celles qui appartiennent à la catégorie *géométrie*. Également, nous constatons qu'aucune physicalisation n'utilise l'échelle *futur*.

**En conclusion**, 84% des artefacts utilisent les quatre modes de représentation que nous venons de présenter. Chacun d'entre eux semble être utilisé pour des échelles de données particulières. Nous les résumons par ordre de distribution.

Les visualisations *pragmatiques*, fortes consommatrices de charts, sont utilisées pour représenter des données historiques. Au contraire, les visualisations *casuals* représentent des données en temps réel et

exploitent des métaphores environnementales. Les deux types de physicalisations, que sont la lumière et la géométrie, représentent quasi exclusivement des données en temps réel.

Nous nous demandons si ces modes de représentations n'impliquent pas des moyens de diffusion particuliers et quels sont les dispositifs utilisés pour ce faire.

#### **4.3.4. Quels sont les types de dispositifs utilisés pour diffuser les informations ?**

Nous avons identifié et défini quatre types de dispositifs (Figure 18) : les *dispositifs classiques d'information* (DCI), les *dispositifs dédiés* (DD), les *dispositifs domestiques* (DoD) et les *Interventions environnementales* (IE).

Dans cette section nous présentons 1) leurs caractéristiques respectives et 2) la manière dont ils diffusent les représentations de données.

##### **4.3.4.1. Quelles sont les caractéristiques de ces dispositifs ?**

- *Dispositifs classiques d'information (DCI)*

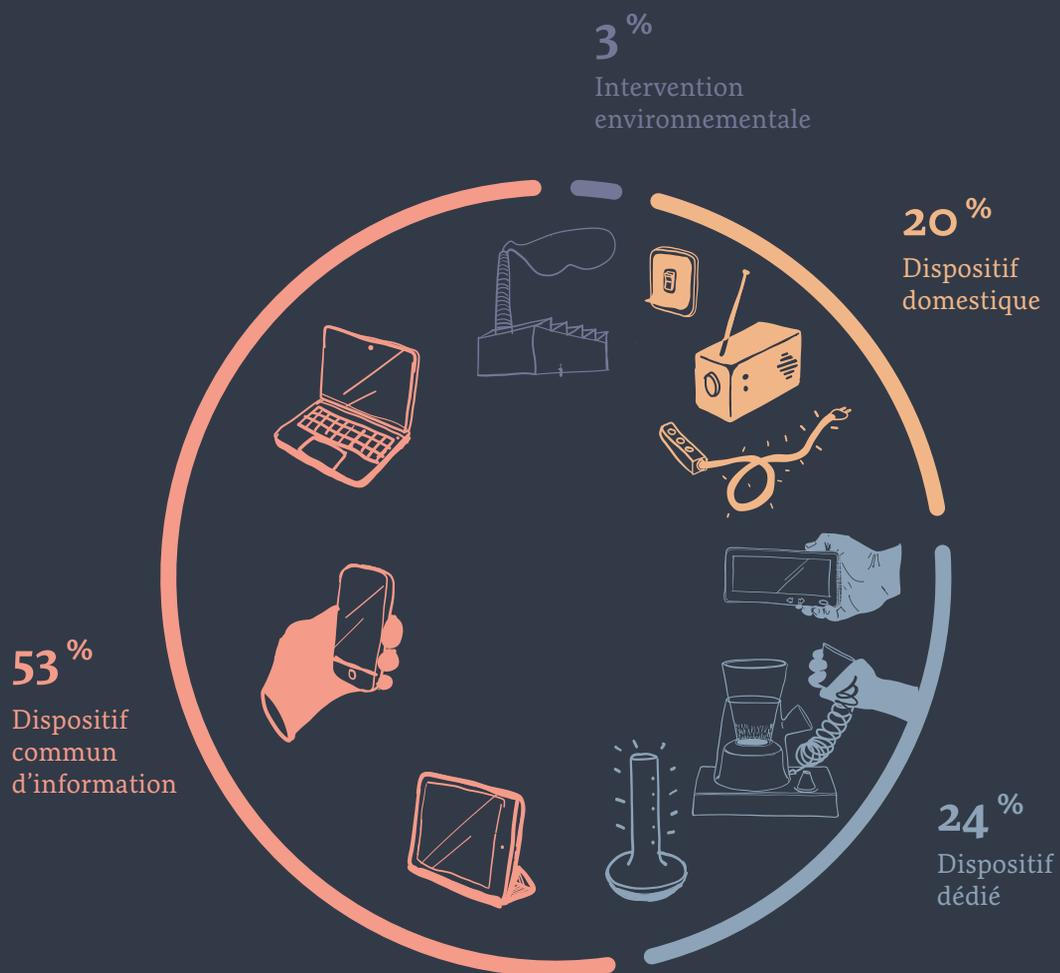
Avec 53% des artefacts concernés, cette catégorie de dispositifs est la plus importante. Pourtant, seulement trois types d'équipements la composent : les smartphones, les tablettes et les ordinateurs. Tous ces appareils ont en commun d'intégrer un écran et de permettre de grandes possibilités d'affichage pour diffuser les représentations graphiques les plus complexes.

Pour les écrans d'ordinateurs, plus grands, cette capacité d'affichage permet de proposer des *dashboard*<sup>19</sup> comme par exemple les projets *Eyedro highlights* (Eyedro 2018), *the dubuque energy portal* (Erickson et al. 2013), *Energy wiz* (Petkov et al. 2011), *Google powermeter* (Google, s. d.) et *lucid dashboard* (Brun 2007).

Les écrans de smartphones compensent une taille d'écran plus réduite en proposant une navigation entre les différentes informations. On retrouve cette logique dans les projets *My companion* (Dataveyes 2016), *Powerley* (powerley 2017), *Tiree* et *Smappee* (smappee 2018).

La polyvalence d'affichage de ces dispositifs permet aux usagers de décomposer la consommation globale pour n'afficher que la consommation de chaque objet. Avec *the pulse* (Tonneau 2008) les

Figure 18 – Types de dispositifs observés dans le Design Space.



usagers ont une vue d'ensemble des appareils électriques utilisés et peuvent les classer par catégories.

Enfin, seuls ces appareils permettent un accès à l'information à la demande. L'utilisateur peut décider de l'éteindre quand il le souhaite et peut s'en servir pour effectuer d'autres actions.

- Dispositifs dédiés (DD)

24% des artefacts du corpus sont des dispositifs dédiés. Contrairement aux dispositifs classiques d'information, nous découvrons que cette catégorie englobe une large variété d'appareils. Certains intègrent des écrans comme *Energy aware clock* (Broms et al. 2010) tandis que d'autres sont des appareils lumineux tels que *sémaphore* (Belley 2006b). Cette catégorie compte aussi un projecteur, *watt-lite* (Jönsson, Broms, et Katzeff 2010) et des haut-parleurs, *powerchord* (Lockton, Bowden, et al. 2014).

Ces dispositifs diffèrent également des DCI car ils diffusent des informations en permanence et sont ambiants. Ces caractéristiques les rendent potentiellement plus adaptés pour alerter les usagers en cas d'anomalies liées à la consommation.

- Dispositifs domestiques (DoD)

Les dispositifs domestiques diffèrent des dispositifs dédiés car il s'agit d'objets quotidiens capables de diffuser des informations énergétiques. Cette troisième catégorie représente 20% du corpus. Une variété importante d'objets répond à cette définition. À titre d'exemple, nous identifions **des objets de décoration** (*energy curtain* (Backlund et al. 2007), *dina lamp* (MoakStudio 2018)), **de divertissement** (*erratic radio* (Ernevi, Palm, et Redström 2007), *compteur vivant* (Cauvard 2009)) et **des objets utilitaires** (radiateur *the element* (Gyllensward, Gustafsson, et Bang 2006) ou de **nombreuses horloges** (In-Flexions 2014; Rasmussen et al. 2017)). Nous identifions également l'emploi de nombreux **objets en lien avec l'utilisation de l'électricité** comme les interrupteurs (Belley 2007), les câbles d'alimentation (Gustafsson et Gyllensward 2005), les prises électriques (arden 2006) ou bien des multiprises (J.-W. Kim, Kim, et Nam 2009; Belley 2006a).

Cette catégorie de dispositifs est plus proche des usages électriques. Ces objets semblent être conçus pour aider les utilisateurs à établir un lien entre leurs activités et l'information électrique. Par exemple,

L'illumination de *power aware cord* (Gustafsson et Gyllenswärd 2005) met en évidence l'échange d'énergie entre la prise et l'appareil utilisé. Dans l'ensemble, ces appareils diffusent uniquement des données de consommation à l'échelle de l'objet ou du groupe d'objets et ceci pendant leur temps d'usage.

Les horloges représentent un groupe à part car ce sont des objets quotidiens qui diffusent déjà des informations (horaires). L'ajout de données énergétiques s'appuie sur cette capacité à « cibler » des informations dans le temps (In-flexion 2012; Rasmussen et al. 2017).

- Interventions environnementales (IE)

Cette dernière catégorie de dispositifs est extrêmement peu représentée (3% du corpus). Les caractéristiques principales de ce type de dispositifs sont l'utilisation d'une échelle monumentale, une durée d'exposition limitée et l'utilisation de l'environnement comme support d'information.

*L'échelle est monumentale* car ce type de dispositif doit être vu par un grand nombre d'usagers, pas uniquement une personne chez elle. Ce changement d'échelle implique également une échelle de données à l'échelle du collectif comme la rue (Bird et Rogers 2010) ou le quartier (Evans, Hansen, et MultiMedia 2009).

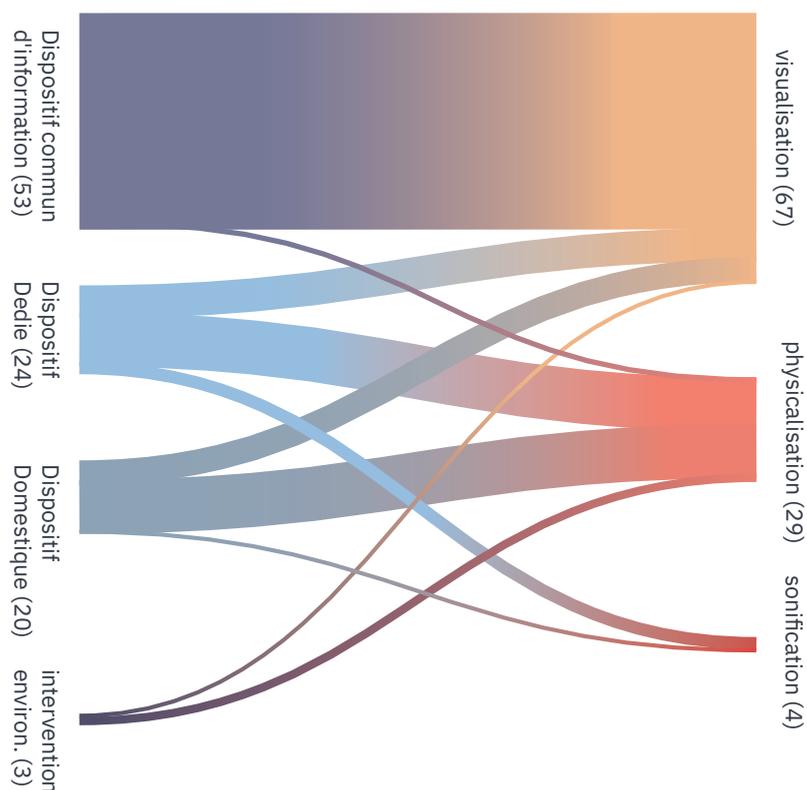
*L'échelle est limitée* car le maintien d'un affichage de grande ampleur demande un travail soutenu de la part de ses organisateurs. Nous sommes proches, dans ce cas, d'une intervention ou d'un happening artistique. Néanmoins, pendant la durée d'intervention, l'information est diffusée de manière constante.

*Les dispositifs sont greffés* car ils exploitent les caractéristiques du lieu pour créer du sens avec les données diffusées. C'est l'exemple du panache de fumée s'échappant d'une usine électrique par exemple (Evans, Hansen, et MultiMedia 2009).

Cette catégorie d'appareils est utile pour tisser un lien entre différentes échelles de consommation (domestique vs; ville) et projeter plus facilement l'impact sur l'environnement.

#### 4.3.4.2. Comment ces dispositifs diffusent-ils les représentations de données ?

Figure 19 – Relation entre les types de dispositifs (à gauche) et les mediums de représentation (à droite)



Ces quatre types de dispositifs présentent chacun des caractéristiques d'affichage propres. Nous désirons savoir s'ils sont employés pour des types de représentation particuliers. Afin de le découvrir, nous avons observé la distribution entre ces deux dimensions (Figure 19). Les résultats sont présentés dans cette section.

- Les dispositifs classiques d'information supportent principalement des visualisations

Nous remarquons, en premier lieu, que les dispositifs classiques d'information sont utilisés pour diffuser quasi exclusivement (98%) des visualisations.

- Des dispositifs dédiés polyvalents

Les dispositifs dédiés ne sont pas aussi exclusifs que les dispositifs classiques d'information. Ils servent principalement à la diffusion d'informations via des physicalisations (54%) et des visualisations (33%). Ils sont conçus sur mesure en fonction des besoins des

concepteurs. Si un écran ou un système de diffusion lumineuse est nécessaire, il sera intégré au dispositif.

- Les dispositifs domestiques supportent principalement des physicalisations

Les dispositifs domestiques sont majoritairement conçus pour diffuser des informations via des physicalisations (65%). Il semble, en effet, plus facile d'intégrer un système lumineux qu'un écran dans un objet quotidien. Un des rares qui y parvient est l'horloge *watt time* (Inflexion 2012) mais dans ce cas, un écran rond remplace intégralement le mécanisme de l'horloge analogique.

- Les interventions environnementales supportent principalement des physicalisations

Les interventions environnementales sont tellement peu nombreuses qu'il est difficile de tirer des conclusions. Toutefois, deux des trois références supportent des physicalisations car elles s'appuient sur des éléments physiques locaux (chaussée ou panache de fumée)

**En conclusions**, les *dispositifs communs d'information* sont les dispositifs les plus fréquents et semblent spécifiquement utilisés pour diffuser des visualisations. Les *dispositifs dédiés* sont des appareils conçus sur mesure et par conséquent sont aussi bien adaptés pour diffuser des visualisations que des physicalisations. Les *dispositifs domestiques*, quant à eux, semblent majoritairement employés pour diffuser des informations sous la forme de physicalisations.

La variété formelle constatée lors de l'analyse de cette dimension semble indiquer que ces dispositifs sont utilisés dans des contextes différents et pour servir des tâches disparates.

#### 4.3.5. Pour quelles tâches ces dispositifs sont-ils conçus ?

Les artefacts ont été conçus pour permettre aux utilisateurs d'effectuer des tâches. La variété formelle constatée lors de l'analyse de cette dimension semble indiquer que ces dispositifs sont utilisés dans des

contextes différents et pour servir des tâches disparates.

Pendant la construction du Design Space, nous avons identifié cinq tâches : *collecter*, *percevoir*, *comprendre*, *réfléchir* et *agir*. Dans cette section, nous présentons leur distribution, puis nous décrivons les types de dispositifs préférés par les concepteurs pour assurer ces tâches.

#### 4.3.5.1. Identifications des tâches les plus utilisées.

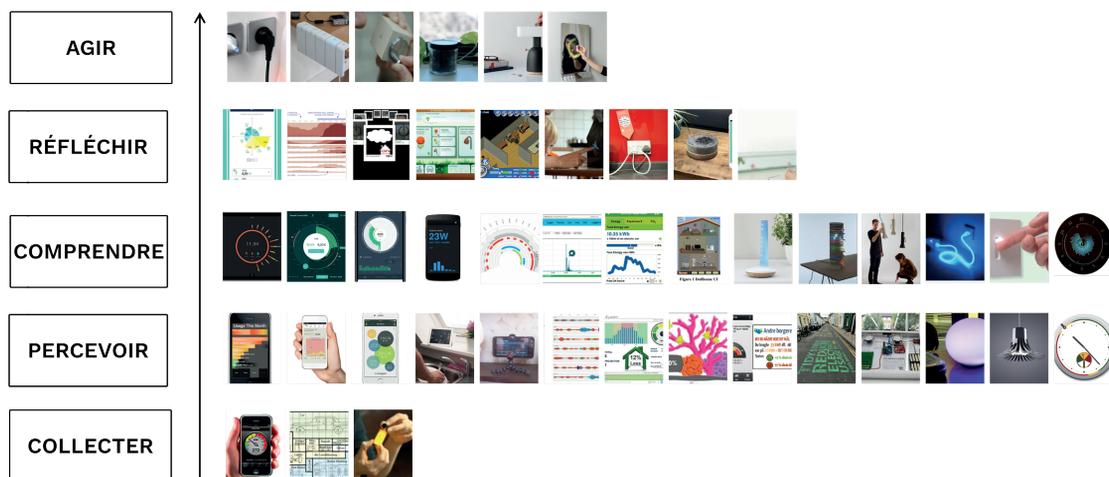


Figure 20 – Continuum de tâches vertical. Les artefacts correspondants sont placés en vis-à-vis.

La Figure 20, organise les catégories de tâches sous la forme d'un continuum d'engagement, du plus bas niveau (collecter) au plus important (agir). Les images associées correspondent aux artefacts de chacune de ces catégories et mettent en exergue leur répartition.

- Collecter

Seulement trois artefacts sont conçus pour que les usagers puissent collecter des données manuellement. Ces artefacts sont utilisés pour la sensibilisation et l'éducation.

L'application *Handy Feedback* (Weiss et al. 2009) permet, par exemple, de «mesurer» la consommation d'énergie de n'importe quel appareil domestique. Réaliser soi-même la mesure de sa consommation d'électricité est un exercice à forte valeur pédagogique (Smith, Jenkins, et Schoengold 1973). Smith et al conçoivent en 1973, *Household energy game*, un jeu au format papier où les usagers doivent réaliser une estimation de leur consommation. L'exemple de *Shake light bottle*

(Pierce et Paulos 2010) possède lui aussi une valeur pédagogique. Les usagers doivent s'engager physiquement pour générer de l'électricité nécessaire au fonctionnement d'une petite lampe.

- Percevoir

Les usagers peuvent exécuter les tâches *percevoir* dans 14 artefacts. Il s'agit d'une des deux familles de tâches les plus représentées du corpus. Pour que les usagers soient conscients de leurs consommations, certains artefacts sont conçus pour diffuser des informations en temps réel. Ainsi, l'application *wattbott* (Petersen, Steele, et Wilkerson 2009) utilise une animation pour imiter le mouvement de rotation du disque du compteur électrique ou *Power viz* (Paay et al. 2014) et représenter la consommation de chaque pièce par une série d'ampoules.

Une autre stratégie consiste à créer des dispositifs ambiants diffusant une information en continu comme illustré par les artefacts *the flower lamp* (Backlund et al. 2007) ou *Energy Orb* (Martinez 2007).

- Comprendre

Cette catégorie de tâches est, comme la précédente, la plus représentée dans le cursus 14 artefacts l'utilisent. Pour aider les usagers à *comprendre* des informations, les concepteurs ont choisi d'orienter leurs créations vers des outils d'analyse qui permettent, par exemple, d'effectuer des comparaisons (powerley 2017), d'observer la distribution de l'énergie (Fathom 2011) ou bien de relier la consommation d'énergie à son coût (Dataveyes 2016). Huit artefacts facilitent ainsi ces tâches d'analyse.

Une autre stratégie pour aider les usagers à *comprendre* des informations énergétiques consiste à proposer des dispositifs physiques à proximité du lieu de consommation. À titre d'exemple, nous pouvons citer un câble qui change d'état lorsqu'il est traversé par un courant électrique (Gustafsson et Gyllenswärd 2005) ou un interrupteur qui s'illumine lorsqu'il est en position de marche (Tonneau 2008).

- Réfléchir

Nous recensons neuf artefacts qui proposent des tâches réflexives aux usagers. Nous détectons trois stratégies distinctes.

Annoter ses consommations. *Figure energy* (Costanza, Ramchurn, et

Jennings 2012) et *energy storytelling* (Lockton, Renström, et al. 2014) laissent la possibilité aux usagers d'annoter leur visualisation de données de consommation ou directement leurs appareils.

Définir des objectifs. L'application *Energy life* (Gamberini et al. 2012) aide l'utilisateur à définir des objectifs de consommation. Le système propose également une simulation pour aider les utilisateurs à réfléchir à des consommations alternatives.

Détecter des consommations inhabituelles. L'application *Wivaldy* (wivaldi 2018) propose une analyse des données de consommation en détectant des profils inhabituels et en recommandant des comportements spécifiques pour réduire la consommation.

- *Agir*

Les utilisateurs ne peuvent exécuter des tâches d'action que dans six artefacts et ceci uniquement avec des appareils dédiés ou domestiques. Les stratégies pour supporter ces tâches sont de permettre à l'utilisateur de programmer l'arrêt d'un ou de plusieurs appareils (Belley 2006a; Benjamin Mazouin 2008) ou d'interférer avec la mise sous tension d'un appareil (MoakStudio 2018). Par exemple, *Dina* est une lampe qui demande à l'utilisateur d'insérer une pièce de monnaie pour l'allumer.

#### **4.3.5.2. Identification des types de dispositifs utilisés pour permettre ces tâches.**

Avec l'aide de la [Figure 21](#), nous avons observé la distribution des tâches précédemment décrites par rapport aux types de dispositifs. Nous décrivons ici nos observations et identifions de fortes relations.

Pour *collecter* des données de consommation, les concepteurs des artefacts concernés ont préféré des *dispositifs dédiés* (DD).

Selon eux, pour être conscient de sa consommation mieux vaut la *percevoir*. Bien que les concepteurs s'orientent vers les quatre types de dispositifs, nous observons une nette préférence vers les *dispositifs classiques d'information* (CID).

Nous faisons le même constat en ce qui concerne la tâche *comprendre*. Bien que trois types de dispositifs soient utilisés, la majorité des concepteurs préfèrent utiliser des *dispositifs classiques d'information*

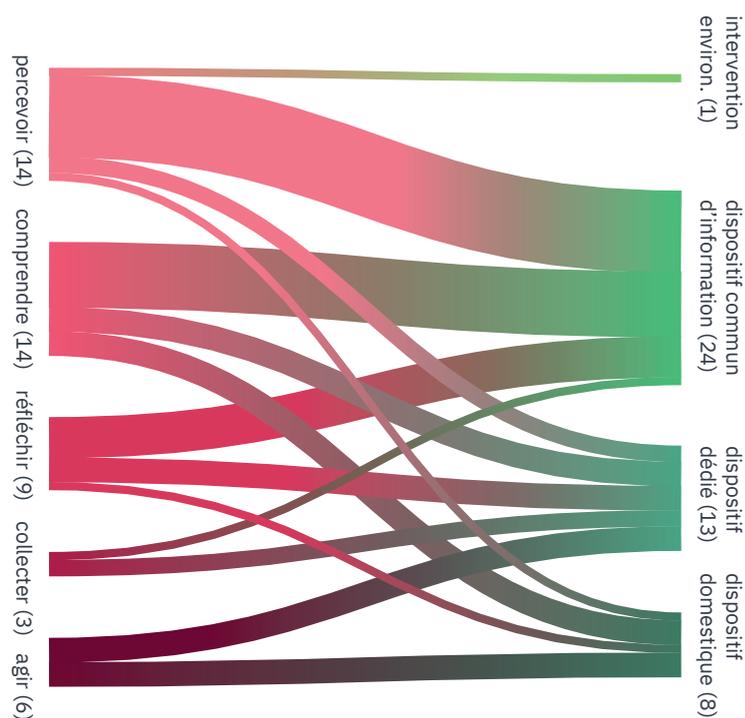


Figure 21 – Relation entre les tâches (à gauche) et les quatre types de dispositifs (à droite).

(CID) pour permettre aux usagers d'analyser leurs données.

Évaluer l'impact d'une modification de sa consommation nécessite un temps de *réflexion* de la part des usagers. Trois types de dispositifs sont utilisés par les concepteurs pour accompagner les usagers dans cette démarche. Nous observons un équilibre entre les *dispositifs classiques d'information* (CID) et les *dispositifs dédiés* (DD).

Enfin, lorsque l'utilisateur se décide d'*agir* pour faire baisser sa consommation, il n'a à sa disposition que des dispositifs physiques, c'est-à-dire les *dispositifs dédiés* (DD) et les *dispositifs domestiques* (DeD).

Malgré un corpus réduit de seulement 46 artefacts, nous pouvons conclure que les tâches les plus plébiscitées par les concepteurs sont *percevoir* et *comprendre*, des tâches représentant un niveau d'engagement assez bas. Comme pour illustrer ce qui semble être la volonté des concepteurs à ne pas engager davantage les usagers, la tâche *agir* est faiblement représentée.

Nous remarquons par ailleurs, que des types de dispositifs semblent être préférés pour effectuer certaines tâches. Le duo de tâches *percevoir* et *comprendre* est largement associé aux *dispositifs communs d'information* tandis que la tâche *agir* implique uniquement des *dispositifs dédiés* et *domestiques*.

Avec l'analyse du Design Space, nous désirions connaître les choix opérés par les concepteurs pour créer des appareils de feedback énergétiques. Pour cela, nous avons observé la distribution à l'intérieur de chaque dimension du Design Space et observé les relations entre elles.

#### **4.4. Observation des différences de conception entre les domaines**

L'analyse de la distribution des artefacts dans chaque dimension du Design Space nous a permis de découvrir les choix les plus communément adoptés par les concepteurs, qu'il s'agisse des données exploitées, des modes de représentations utilisés, des types de dispositifs choisis ou des tâches exécutées par les usagers.

Pour réaliser ces tendances, nous nous sommes appuyés sur un corpus composé de 100 artefacts provenant de trois domaines distincts : l'académie, le design et Industrie.

Nous nous interrogeons, à présent, sur existence de tendances de conception propres à chacun de ces domaines. Pour répondre à cette question, nous utilisons la technique des coordonnées parallèles pour visualiser les « trajectoires » des éléments du corpus. Cette technique est composée de sept dimensions : le domaine, l'échelle temporelle des données, l'échelle spatiale des données, le médium de représentations, les variables (physique et visuelle), le type de dispositif et les tâches effectuées par l'utilisateur. Le codage de chaque artefact est visible par une « trajectoire » traversant les sept dimensions. En cas de superposition, la teinte est plus prononcée.

Pour faciliter la lecture des résultats, nous avons préféré éditer une figure par domaine il s'agit des [Figure 22](#), [Figure 23](#) et [Figure 24](#).

##### **4.4.1. L'académie, un domaine propice à l'exploration**

L'examen de la [Figure 22](#) nous permet de comprendre que les concepteurs, dans le domaine académique, privilégient la conception d'artefacts présentant majoritairement des visualisations. *Power advisor* (Kjeldskov et al. 2012) et *coralog* (T. Kim, Hong, et Magerko 2009) pourraient en être les archétypes. Ces artefacts exploitent des données situées en *temps réel* (57%) et localisées à *l'intérieur du foyer* (73%). Ces données sont représentées sous la forme de *visualisation* (75%). Dans le premier exemple (Kjeldskov et al. 2012), elle est de

style *pragmatique* (30%) et puise dans une large ressource de *charts* pour guider la compréhension des usagers. Dans le deuxième exemple (T. Kim, Hong, et Magerko 2009), la visualisation de style *casual* (27%) s'appuie majoritairement sur des métaphores pour sensibiliser à l'impact environnemental. Dans les deux cas, des dispositifs classiques d'information (62%) sont préférés pour diffuser ces visualisations.

Parallèlement à cette tendance principale, nous constatons que toutes les catégories à l'intérieur des dimensions sont couvertes. Toutes les échelles de temps et d'espace, de médiums, de variables de représentation, de type de dispositifs et de tâches sont explorées. Malgré l'identification d'un type d'artefact dominant ce domaine se distingue également par la grande diversité des approches et des réponses proposées comme dans *Power aware cord* (Gustafsson et Gyllenswärd 2005).

#### **4.4.2. Le design, un domaine qui privilégie les dispositifs physiques**

Nous retrouvons, dans une moindre mesure, cette hétérogénéité dans l'analyse des artefacts produits par des designers. L'examen de la [Figure 23](#) révèle qu'ils sont principalement produits pour permettre aux usagers d'avoir une action concrète sur leur consommation électrique. Les projets *Coupe veille* (Belley 2006a), *Dina Lamp* (MoakStudio 2018) et *Switch* (Benjamin Mazouin 2008) en sont les parfaits exemples. Ils diffusent des données en *temps réel* (50%) massivement situées à l'intérieur du foyer (73%). À la différence des artefacts produits par des concepteurs dans le domaine académique, les designers préfèrent représenter les données grâce à des physicalisations (64%) dont beaucoup exploitent la lumière (41%) comme variable physique. Les dispositifs les plus utilisés sont domestiques, c'est-à-dire qu'il s'agit d'objets du quotidien qui ont été adaptés pour permettre la diffusion d'informations électriques (45%). Nous observons cette distribution uniquement dans ce domaine. Enfin, ces artefacts semblent conçus pour déclencher une action ayant un impact concret sur la consommation électrique (23%) comme par exemple couper l'alimentation d'un groupe d'objets (Belley 2006a), limiter la durée d'éclairage (MoakStudio 2018) ou programmer la durée de fonctionnement d'appareils électriques (Benjamin Mazouin 2008).

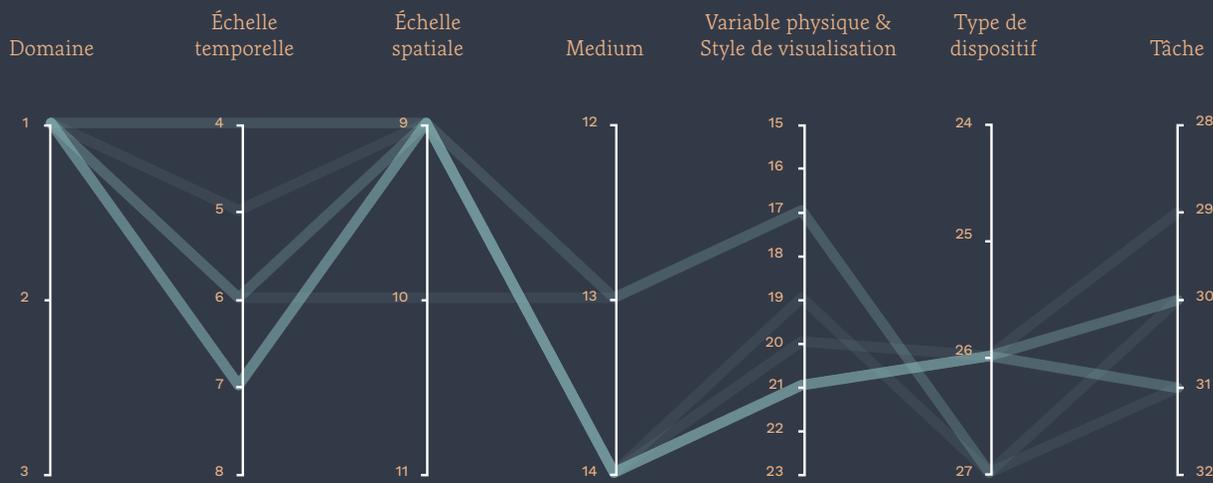


Figure 22 – Coordonnées Parallèles correspondant aux artefacts produits dans le domaine académique. L'opacité des trajectoires est relative à la quantité d'artefacts.

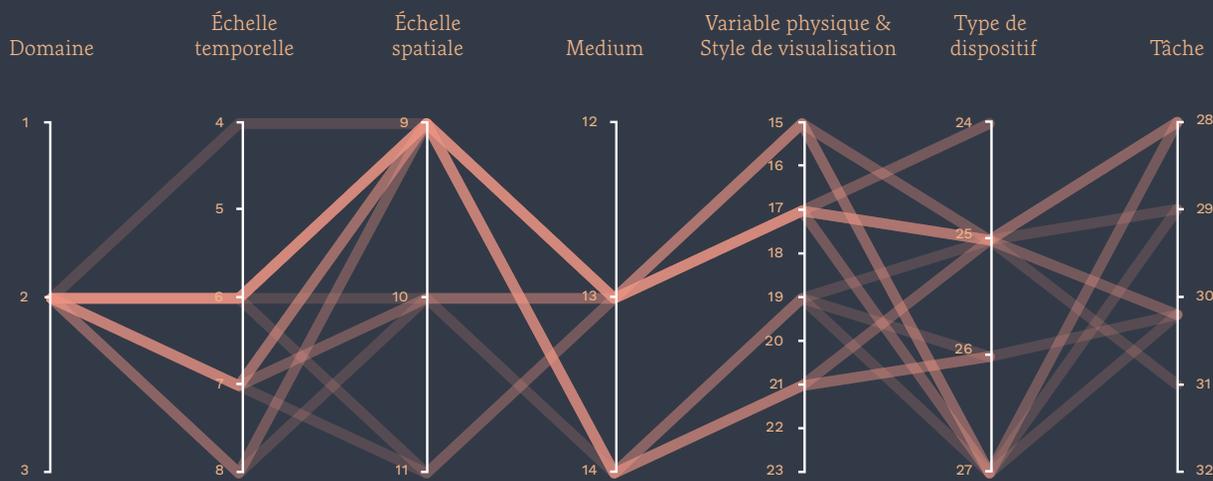


Figure 23 - Coordonnées parallèles correspondant aux artefacts produits dans le domaine du design. L'opacité des trajectoires est relative à la quantité d'artefacts.

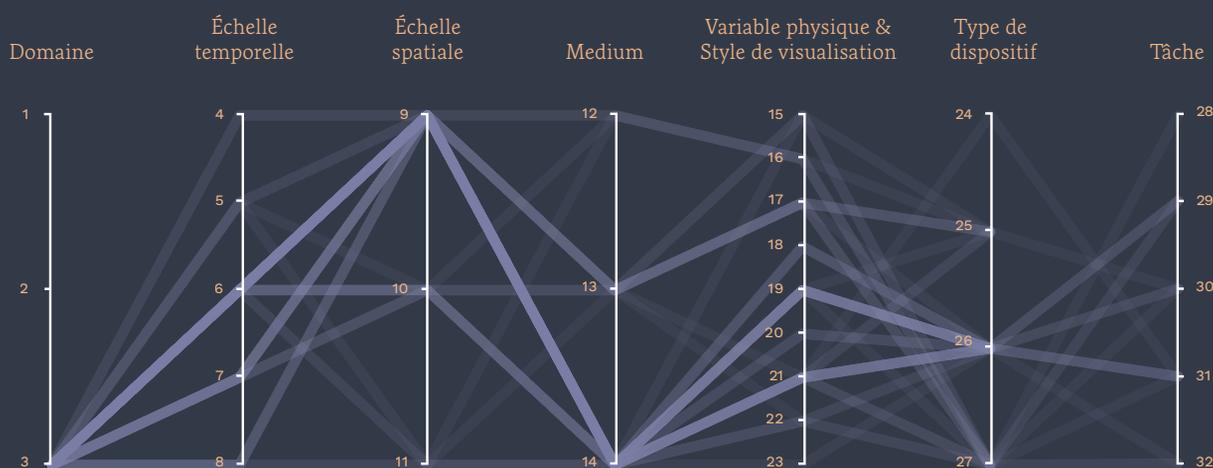


Figure 24 - Coordonnées Parallèles correspondant aux artefacts produits dans le domaine industriel. L'opacité des trajectoires est relative à la quantité d'artefacts.

- |              |               |                |                     |                 |                          |                |
|--------------|---------------|----------------|---------------------|-----------------|--------------------------|----------------|
| 1. INDUSTRIE | 4. MULTIPLES  | 9. INTÉRIEURE  | 12. SONIFICATION    | 15. GÉOMÉTRIE   | 24. INT. ENVIRONNEMENTAL | 28. AGIR       |
| 2. DESIGN    | 5. FUTUR      | 10. EXTÉRIEURE | 13. PHYSICALISATION | 16. SON         | 25. DOMESTIQUE           | 29. RÉFLÉCHIR  |
| 3. ACADEMIE  | 6. TEMPS RÉEL | 11. AUCUN      | 14. VISUALISATION   | 17. LUMIÈRE     | 26. COMMUN D'INFORMATION | 30. COMPRENDRE |
|              | 7. PASSÉ      |                |                     | 18. ARTISTIQUE  | 27. DEDIÉ                | 31. PERCEVOIR  |
|              | 8. AUCUN      |                |                     | 19. CASUAL      |                          | 32. COLLECTER  |
|              |               |                |                     | 20. EMBELLIE    |                          |                |
|              |               |                |                     | 21. PRAGMATIQUE |                          |                |
|              |               |                |                     | 22. TEXTUEL     |                          |                |
|              |               |                |                     | 23. AUCUN       |                          |                |

#### 4.4.3. L'industrie, un domaine peu diversifié

Alors que les designers s'orientent vers des solutions physiques ayant pour objectif d'agir sur la consommation, nous remarquons que les artefacts conçus dans le domaine industriel s'orientent, au contraire, quasi exclusivement vers la perception et compréhension de données énergétiques historiques, c'est-à-dire situées dans le *passé* (53%) (Figure 24). À titre d'exemple, nous pouvons citer les applications *Smappee* (smappee 2018) et *Powerley* (powerley 2017). L'écrasante majorité de ces données concernent les consommations à l'intérieur du foyer (93%). Les représentations, là aussi, sont très souvent des *visualisations* (80%), de style *pragmatique* (67%), supportées par des dispositifs classiques d'information (67%).

Avec une telle orientation dans la création de leurs propositions, les concepteurs semblent vouloir s'assurer que les usagers puissent correctement percevoir (33%) et comprendre (33%) leurs consommations. En définitive, les artefacts produits dans ce domaine sont peu diversifiés et présentent tous de nombreuses similitudes.

## 5. Conclusion

Avec cette première étude, notre principal objectif était d'**identifier les choix effectués par les concepteurs pour créer des dispositifs permettant la diffusion d'informations énergétiques (QR1)**.

Pour y parvenir, un corpus de références d'artefacts a été constitué. Nous n'avons sélectionné que des **artefacts qui diffusent des données énergétiques localisées dans ou proche d'un espace personnel, ciblant des consommateurs qui ne possèdent pas d'expertise spécifique en énergie ou en visualisation**. Le corpus que nous proposons compte beaucoup plus de références que ceux identifiés dans les revues de travaux similaires. Il se compose de cent artefacts provenant de trois domaines distincts : académique à 63%, design à 22% et industrie à 15%.

Dans un second temps, un Design Space a été créé ([Beaudouin-Lafon et Mackay 2009](#)). Les quatre dimensions principales qui le composent proviennent d'un recoupement effectué à partir des précédents travaux (approche *top-Down*) et sont : 1) les données, 2) les représentations, 3) les dispositifs et 4) les utilisateurs. Les dimensions inférieures ont été obtenues à partir de l'analyse des caractéristiques des artefacts (approche *bottom-up*).

L'analyse de la distribution des artefacts à l'intérieur et entre les dimensions a permis d'identifier les choix les plus récurrents des concepteurs.

Ainsi, le type de **données** le plus utilisé est interne (consommation à l'intérieur du foyer) et les unités les plus massivement utilisées sont le *kWh* (kilowattheure) et le *W* (Watt). Le croisement entre les échelles de données spatiales et temporelles révèle que la grande majorité des artefacts du corpus se situe principalement à des échelles proches de l'utilisateur (*ici et maintenant*). Les échelles temporelles situées dans le passé concernent principalement des données appliquées à l'ensemble du foyer. L'échelle de temps réel concerne plus les données désagrégées ou focalisées uniquement sur un appareil. À l'inverse, les autres échelles sont très peu explorées. Il s'agit alors de données situées à l'extérieur du foyer ou des données prévisionnelles.

L'analyse de la dimension **représentation** permet de découvrir que les *visualisations* représentent le médium le plus largement utilisé (68%).

Dans ce groupe, deux styles se détachent. Le premier est le style *pragmatique*, grand utilisateur de diagrammes. Il est principalement utilisé pour représenter des données historiques. Le style *casual* représente le second style de visualisation le plus utilisé dans le corpus. Lui, exploite souvent des métaphores visuelles et est généralement préféré des concepteurs pour encoder des données en temps réel. Dans une moindre mesure, les physicalisations sont également utilisées pour représenter des données (28%). Ces dernières utilisent quasi exclusivement la lumière comme variable physique. Elles sont utilisées pour encoder des données en temps réel.

L'analyse de la dimension **dispositifs**, révèle une nette préférence des concepteurs pour l'utilisation de *dispositifs communs d'informations* (53%). Ces derniers sont quasi exclusivement utilisés pour diffuser des visualisations (98%). Bien que les dispositifs *dédiés* et *domestiques* soient moins représentés, nous constatons une large variété dans les formats proposés. Les *dispositifs dédiés* sont choisis par les concepteurs à la fois pour la diffusion d'informations via des physicalisations (54%) et des visualisations (33%). Les *dispositifs domestiques*, eux, sont majoritairement conçus pour diffuser des informations via des physicalisations (65%). Les *interventions environnementales* sont quasiment absentes du panorama.

Enfin, l'analyse de la dimension **usagers** désigne les tâches *percevoir* et *comprendre* comme les plus choisies par les concepteurs. Ces tâches représentent un niveau d'engagement assez bas par rapport au continuum d'engagement que nous proposons. Ce duo est largement associé aux *dispositifs communs d'informations*, tandis que la tâche *agir*, qui est peu représentée, implique uniquement des *dispositifs physiques, dédiés et domestiques*.

Les concepteurs des trois domaines (académique, design, industrie) ne produisent pas les mêmes types d'artefacts. Le résultat est sans ambiguïté en ce qui concerne le domaine **industriel**. Des applications utilisant des visualisations pragmatiques y sont majoritairement produites (93%). Pour le domaine du **design**, les concepteurs semblent plus s'orienter vers les dispositifs physiques (dédiés ou domestiques) et vouloir proposer des moyens d'action concrets aux usagers. Enfin, le domaine **académique** est le domaine où nous observons le plus de variété, notamment dans le domaine des visualisations.

## 6. Discussions et perspectives de recherche

Dans cette dernière section, nous discutons trois des résultats obtenus. Nous discutons, dans un premier temps, l'emploi massif de visualisations pragmatiques malgré les limites de compréhension connues dans la littérature. Nous analysons ensuite la portée limitée des artefacts permettant des tâches d'action. Enfin, nous discutons l'impact de l'utilisation de données « hors du foyer », sur la perception environnementale. Pour chacun de ces points nous proposons des perspectives de recherche.

### 6.1. Pourquoi utiliser des visualisations que les usagers ne comprennent pas ?

Le type d'artefacts le plus répandu dans le corpus concerne 93% des productions industrielles, et est conçu pour faciliter l'analyse de données de consommation personnelles. Les concepteurs exploitent le potentiel technique des *dispositifs communs d'informations* et laissent à l'utilisateur le soin de les consulter quand bon lui semble. Ce type de dispositif, selon Catney et al. (Catney et al. 2013), s'appuie sur un concept de choix rationnel du traitement de l'information. En ces sens, Strengers (Y. A. Strengers 2014) définit le terme d'*Homo Economicus* pour décrire quelqu'un qui, motivé par l'optimisation de sa consommation, serait capable d'évaluer et de prendre des décisions rationnelles.

Or, de nombreux auteurs réfutent ce postulat. Par exemple, Dütschke et al. (Dütschke, Unterländer, et Wietschel 2012) démontrent qu'il existe un décalage entre l'hypothèse d'un comportement rationnel et les comportements réels des usagers. Ce type d'artefacts se heurte également au frein cognitif. En effet, les usagers ne sont pas tous capables de comprendre le phénomène électrique et d'interpréter les visualisations de données, parce qu'ils manquent de connaissances (Gaver et al. 2015; Boy et al. 2014). Les visualisations pragmatiques proposées sont plus des freins que des clés pour comprendre les informations. De plus, selon Rodgers et Bartram (Johnny Rodgers et Bartram 2010), l'utilisateur n'est pas prêt à effectuer d'efforts pour accéder à des informations de ce type. L'accès à l'information sur la consommation n'est pas habituel et l'utilisateur n'est pas un gestionnaire de l'énergie (Y. A. A. Strengers 2011b). Y accéder représente, pour l'utilisateur, un coût qui le décourage souvent (Ehrhardt-Martinez et al. 2010).

Nous pouvons alors nous demander si les usagers ont véritablement besoin d'analyser leurs consommations, au vu des connaissances spécifiques et de la motivation que demande une telle analyse.

Nous faisons l'hypothèse que ce type d'artefact est aujourd'hui dominant car les concepteurs ont à disposition tous les composants techniques pour les produire rapidement. En effet, les données sont captées par les compteurs intelligents de nouvelle génération. Il existe une multitude de librairies de visualisations disponibles et exploitables sur Internet. Les dispositifs classiques d'informations sont des supports d'affichage qu'un grand nombre d'usagers a déjà dans sa poche. Produire ce type de dispositif est aujourd'hui la solution la moins coûteuse mais nous pensons qu'une telle conception, focalisée sur la faisabilité technique, néglige les aspirations et les motivations réelles des usagers.

Il nous semble capital de prendre en considération cette dernière dimension pour concevoir de nouvelles propositions d'appareils de feedback énergétiques. Peut-être découvrirons-nous, en décrivant les besoins en information des usagers, que l'analyse systématique des données de consommation électrique n'est pas aussi exclusive.

## **6.2. Les artefacts qui permettent l'action ont un impact mineur sur la consommation**

Comme nous venons de le décrire dans le précédent paragraphe, les concepteurs paraissent adhérer à l'idée qu'un usager correctement informé pourra modifier ses comportements et baisser sa consommation électrique. Nous retrouvons cet argument dans de nombreux articles et argumentaires commerciaux. Pourtant, malgré l'aide tangible apportée aux utilisateurs, la baisse de consommation mesurée n'est généralement pas assez importante et peu durable (Schultz et al. 2007).

Or, nous avons identifié que certains concepteurs ont spécifiquement axé leurs propositions vers des dispositifs permettant aux usagers d'agir réellement sur leurs consommations. Il s'agit généralement d'objets du quotidien proches du domaine électrique comme, par exemple, des câbles d'alimentation, des prises ou des interrupteurs. Ces dispositifs diffusent une information de consommation localisée en temps réel et permettent des actions de coupure, de décalage ou de programmation. Nous remarquons en outre que ce choix de conception est particulièrement répandu dans le domaine du design.

Alors que nous relevions un manque de prise en compte des caractéristiques propres aux usagers dans le paragraphe précédent, nous constatons ici que les designers leur accordent une attention centrale. Les dispositifs sont pensés pour créer **un lien physique avec l'énergie et les moyens d'actions**, basiques, sont dans l'ensemble limpides.

Toutefois, les actions permises par ce type de dispositifs sont extrêmement localisées. Nous pensons qu'il est intéressant de questionner leur véritable impact sur la consommation globale d'un foyer. En effet, ces dispositifs se focalisent sur des gisements d'économies qui sont certes extrêmement signifiants, comme l'alimentation de petits appareils électriques (Gustafsson et Gyllenswärd 2005), mais qui sont minimes par rapport aux principaux pôles de consommation.

Comment permettre aux usagers d'agir notablement et durablement sur leurs consommations ? Il serait intéressant d'explorer ce que pourraient être de nouvelles formes d'actions qui permettraient à l'utilisateur d'avoir un impact concret sur sa consommation domestique.

### **6.3. Dépasser l'échelle du foyer pour véritablement sensibiliser à la préservation environnementale**

Selon la littérature, très peu d'artefacts sont conçus pour sensibiliser les usagers à l'impact environnemental que représente la consommation globale d'électricité. Pourtant, cette motivation semble le moteur de nombreux projets. En témoigne une forte utilisation de métaphores dont une grande partie sont des références végétales. Dans ces projets, qui constituent généralement des visualisations casual, nous avons observé des fleurs s'épanouissant ou se flétrissant en fonction du niveau, bon ou mauvais, de consommation. La sémantique employée est celle d'une nature radieuse quand les consommations sont faibles.

Pourtant, le lien avec la nature semble s'arrêter à ce niveau car les données représentées ne concernent que le foyer et la fleur observée n'appartient pas au monde dans lequel nous vivons. Selon Petkov (Petkov et al. 2012), visualiser uniquement des *données de consommations internes* (centrée sur le foyer,) répond principalement à des préoccupations financières. A cette échelle, les utilisateurs sont plus préoccupés par leurs gains que par les implications pour la planète. L'emploi de métaphores semble alors simplement esthétique.

« Si tout le monde consomme comme moi, à quoi ressemblera la planète dans le futur ? (Petkov et al. 2012) »

Nous pensons alors qu'il serait probablement intéressant de dépasser l'échelle du foyer pour sensibiliser plus efficacement les usagers à la préservation environnementale. Nous pouvons citer l'exemple de *altruistic screen* (Petkov et al. 2012), seul artefact du corpus qui permet un transfert d'échelle du foyer vers une échelle plus grande. Ceci n'est qu'un exemple et il existe probablement d'autres explorations possibles avec ces échelles de données, autant d'occasions de recherches pour des travaux futurs.



# Résumé de l'étude

*Dans cette étude, nous avons tenté d'identifier et de décrire quels sont les choix opérés par les concepteurs de dispositifs de feedback énergétiques. Pour cela, nous avons constitué un corpus de cent artefacts provenant de trois domaines distincts. Pour les analyser, nous proposons du Design Space dont la structure correspond aux questions suivantes : Quels sont les données utilisées ? Comment sont-elles représentées ? Quels sont les dispositifs qui les diffusent ? Et quelles tâches sont effectuées par les usagers ?*

*Nos observations de la dimension des **données** montrent que les concepteurs utilisent largement celles qui sont mesurées à l'intérieur du foyer et utilisent des unités énergétiques comme le kWh ou le W. Lorsque ces données sont en partie situées dans le passé, elles concernent principalement des données localisées à l'ensemble du foyer. Les échelles temps réel, quant à elles, concernent plus les données désagrégées ou focalisées uniquement sur un appareil.*

*Nous observons que les concepteurs privilégient largement les visualisations pour **représenter** les données. Ils utilisent principalement des visualisations pragmatiques pour représenter des données historiques et préfèrent les visualisations « casual » ou les physicalisations, pour celles en temps réel.*

*Pour diffuser les informations, les concepteurs privilégient majoritairement les **dispositifs** communs d'informations. Ces derniers sont quasi exclusivement utilisés pour diffuser des visualisations. Bien que les dispositifs dédiés et domestiques soient moins représentés, nous constatons une large variété dans les formats proposés. Les dispositifs domestiques, eux, sont majoritairement conçus pour diffuser des informations via des physicalisations (65%).*

*Nous observons que les **tâches** supposées être effectuées par les usagers représentent un faible niveau d'engagement et correspondent aux catégories percevoir et comprendre. Même s'ils ont un faible impact sur la consommation, les dispositifs dédiés et domestiques permettent à l'utilisateur d'agir.*

*Nous observons enfin que les concepteurs ne produisent pas les mêmes types de dispositifs en fonction des domaines dans lesquels ils se trouvent. Le domaine industriel conçoit majoritairement des applications proposant des visualisations pragmatiques tandis que le domaine du design propose davantage de dispositifs physiques ambiants. Quant au domaine académique, c'est celui qui propose le plus de variétés, notamment dans les types de visualisations.*

*L'ensemble de ces observations nous pousse à croire que les concepteurs privilégient des modèles hérités de systèmes experts pour créer leurs artefacts, même si les difficultés des usagers novices vis-à-vis de ce type d'appareils sont bien documentées.*



# Chapitre 4 : Étude empirique sur les besoins d'information électrique des usagers

## 1. Introduction

Dans la précédente étude, la création du Design Space nous a permis d'identifier et de définir les dimensions et sous-dimensions importantes à prendre en compte lors de la conception d'un outil de feedback énergétique. Ces quatre dimensions concernent, les **données** que l'on peut utiliser, la diversité de **représentations** de ces données, les manières de les embarquer dans un **dispositif** et enfin, les tâches effectuées par les **utilisateurs**.

Or, cette dernière dimension ne nous renseigne, pour l'instant, que sur les tâches *supposées* être effectuées par les utilisateurs. Supposées, car elles sont exprimées par les concepteurs des dispositifs. Or, faute d'évaluations, il n'est pas avéré que ces tâches *supposées* soient réellement *effectuées*.

Il semble donc important d'observer quelles sont les tâches *effectuées* par les usagers pour savoir si elles correspondent ou diffèrent de ce qu'imaginent les concepteurs.

Avec cette seconde étude, nous présentons une recherche empirique que nous avons menée auprès d'usagers non experts. Notre objectif principal était de découvrir leur niveau de compréhension de la consommation électrique, leurs pratiques pour accéder aux informations et leurs actions pour agir sur leurs consommations. Nous présentons dans un premier temps un état de la littérature, puis présentons la méthode suivie pour collecter et analyser nos données et enfin les résultats que nous avons obtenus. Dans une quatrième et dernière partie, nous présentons des points de discussions basés sur les contributions principales de cette étude.

## 2. Revue de la littérature

De nombreux auteurs ont observé la relation que les usagers non experts entretiennent avec des informations énergétiques. Nous présentons une revue de la littérature qui s'articule en trois parties. Sont premièrement présentés des travaux relatifs à la **perception de l'électricité** par les usagers dans l'espace du foyer. Ensuite, nous présentons une revue **critique des principaux instruments de feedback utilisés** par les usagers. Nous terminerons enfin cette revue de la littérature en présentant les **limites actuelles de ces études**.

### 2.1. Relation entre l'utilisateur et l'électricité dans l'espace domestique

L'énergie électrique fait partie du paysage domestique français depuis de nombreuses décennies. Sa diffusion progressive dans les foyers a profondément bouleversé les modes de vie de ses usagers. Depuis, l'électricité semble avoir disparu de leur conscience et être devenue quelque chose d'abstrait, d'intouchable et d'invisible. Selon le rapport 2008 de l'OCDE ([Ferrara et Serret 2008](#)) cette demande en énergie est qualifiée de « *demande dérivée* » car elle n'est pas consommée directement mais par l'intermédiaire d'appareils électriques. Son utilisation est une conséquence des besoins rencontrés pour assurer le confort des usagers comme s'éclairer, s'alimenter, se laver, se divertir ou bien entretenir des activités sociales ([Wilhite 2013](#); [Lockton et al. 2013](#); [Entwistle et al. 2015](#)). La consommation d'électricité est donc souvent associée à des appareils fonctionnant grâce à elle ([Entwistle et al. 2015](#)).

Toutes les actions nécessitant de l'électricité sont devenues banales aux yeux des usagers. Ils ne se soucient guère de leur consommation électrique tant que leurs besoins sont satisfaits. Les coûts étant relativement peu élevés, les usagers n'accordent généralement pas d'importance au fait de laisser des appareils en veille prolongée ou de laisser, parfois, la lumière allumée derrière eux. Beslay et Zélem ([Beslay et Zélem 2008](#)), et Shove ([Shove 2004](#)) nous apprennent que les consommations domestiques sont généralement effectuées soit par habitude, soit par poids des traditions, soit encore par reproduction des usages familiaux.

Parfois, les usagers désirent évaluer la consommation de certains appareils électriques. Toutefois, la nature de l'appareil a tendance

à brouiller le modèle mental que les usagers se font de l'électricité (Chisik 2011) et à induire des erreurs d'appréciations. Ainsi, les usagers ont tendance à corrélérer la **taille** des appareils ménagers avec leurs consommations (Chisik 2011; Cowen et Gatersleben 2017). Chisik (Chisik 2011) remarque également que la **durée d'utilisation** des appareils influence, elle aussi, la perception que les usagers se font de leur consommation et ceci peu importe le type d'appareil, le type d'utilisation et le niveau de consommation réel. Plusieurs auteurs (Lesic et al. 2018; Attari et al. 2010; Melanie Rosemarie Herrmann 2018a) soulignent que les usagers ont tendance à surestimer la consommation d'appareils peu énergivores et au contraire de sous-estimer celle des appareils les plus énergivores. Kempton et Montgomery (Kempton et Montgomery 1982), quant à eux, identifient la **disponibilité**, soit ce qui vient à l'esprit rapidement, et la **durée de fonctionnement** d'un appareil comme facteurs influençant la perception de la consommation.

L'apport de l'énergie électrique dans l'habitat a impacté fortement nos modes de vie. Son utilisation est indubitablement associée à la représentation du **bien-être** (avoir chaud, pouvoir s'éclairer ou cuisiner) et du **gain de temps** (remplacer le travail humain par des tâches ménagères automatisées) (Neustaedter, Bartram, et Mah 2013; Goorden et al. 2005). Cet ancrage semble aujourd'hui tellement profond qu'il est difficile pour les usagers d'accepter de réduire leurs consommations de peur de perdre en confort (Melanie Rosemarie Herrmann 2018a). On note des motivations conflictuelles entre la réduction des coûts et un besoin de conserver du confort (Delmas, Fischlein, et Asensio 2013). Un nombre important de ménages ont une attitude peu favorable vis à vis d'une utilisation limitée de l'électricité car ils estiment qu'elle pourrait entraîner une baisse de leur bien-être (Béguin, Boulanger, et Lussis 2003b). La nécessité de préserver des tâches domestiques est souvent prioritaire par rapport à la volonté de réduire sa consommation. Herrmann et al (Melanie Rosemarie Herrmann 2018a) identifient des « *pratiques non négociables* », c'est à dire des usages indispensables au confort (par exemple laver le linge), que les personnes refusent de limiter dans une optique de réduction de la consommation.

Lorsque les usagers souhaitent effectuer des économies d'énergie c'est plus pour des raisons financières, liées à la gestion du budget, que par préoccupation environnementale (Moussaoui 2007). Pour arriver à faire baisser le coût de leur consommation, les usagers adoptent généralement une stratégie de régulation plutôt qu'une optimisation de leurs équipements (Lesic et al. 2018; Attari et al. 2010). Autrement

dit, le remplacement d'un nouvel équipement électrique est une décision ponctuelle qui rencontre rarement la temporalité d'un besoin d'économie énergétique. L'utilisateur fait alors un arbitrage qui est le fruit d'un compromis entre plusieurs motivations, telles que le prix de l'appareil, son efficacité ou sa consommation. Ainsi des usagers ont fait le choix de conserver un réfrigérateur tant que ce dernier fonctionne et ce malgré une consommation importante (Beslay et Zélem 2008).

Généralement, les usagers manquent d'informations sur les différentes stratégies qu'ils peuvent adopter pour économiser de l'électricité (Lesic et al. 2018). Peu savent faire des choix efficaces pour optimiser leurs équipements (Brounen, Kok, et Quigley 2013). Les usagers font des choix en se basant sur leurs activités mais négligent souvent les gisements d'économies les plus importants (Gabe-Thomas et al. 2016b).

Enfin, les représentations de l'énergie électrique des usagers sont avant tout personnelles et liées à leurs propres expériences (Bowden et al. 2014). Difficile, dans ce cas, de proposer un système de représentation qui serait compréhensible par tous.

## **2.2. Connaissances et capacités de l'utilisateur non expert**

Tout un pan de la littérature, s'est intéressé à ce que comprennent les usagers non experts (en énergie et en visualisation de données) lorsqu'ils reçoivent des informations énergétiques.

Trois facteurs sont susceptibles d'influencer leur perception et compréhension (Simcock et al. 2014): 1) le facteur lié au contenu et à la forme de l'information, 2) le facteur lié à la source de l'information, 3) et le facteur lié au processus par lequel l'information est communiquée.

On sait encore que peu de choses sur la façon dont les utilisateurs comprennent l'information énergétique, l'analysent et interprètent les visualisations des données énergétiques (Melanie R Herrmann, Brumby, et Oreszczyn 2017).

Les usagers, de manière générale, ont de plus en plus l'habitude de visualiser des modes de représentations experts. Et malgré cela, ces derniers semblent manquer d'expertise en visualisation de données et ont tendance à commettre des erreurs d'interprétation (J. Boy et al. 2014; Galesic et Garcia-Retamero 2010). Il est évident que le type de

visualisation utilisé influe sur la compréhension des usagers (Melanie R Herrmann et al. 2017). Paradoxalement, celles qui sont les plus fréquemment utilisées sont souvent inadaptées pour des usagers qui n'ont pas l'habitude de les lire.

Yun et al (Yun et al. 2010) observent que des utilisateurs sensibilisés préfèrent une information spatialement diversifiée, alors que les utilisateurs peu sensibilisés préfèrent une information temporelle diversifiée.

De plus, les échelles auxquelles sont situées les données énergétiques semblent également poser des problèmes de compréhension. En effet, elles sont généralement agrégées ce qui signifie que l'ensemble des sources de consommation du foyer est totalisé en une consommation globale. Aujourd'hui, ce mode de comptage est dépendant de la technologie employée par les fournisseurs d'électricité. En conséquence, les usagers sont largement incapables de déterminer de façon fiable des événements précis dans une visualisation de données (Melanie R Herrmann, Brumby, et Oreszczyn 2017) car les souvenirs auxquels ils se fient ne correspondent aux données disponibles. Pour faciliter la reconnaissance des usages électriques, Herrmann et al. (Melanie R Herrmann et al. 2017) préconisent de visualiser les consommations électriques sous une forme *désagrégée*<sup>20</sup>. Les auteurs ont remarqué que des usagers confrontés à des données présentées sous une forme *désagrégée* étaient plus précis et plus confiants sur leur consommation quotidienne d'électricité domestique.

La nature des informations et la façon dont elles sont représentées posent de réels problèmes de compréhension pour les usagers les moins experts. Nous découvrons également que les dispositifs ne sont pas exempts de critiques.

### 2.3. Critiques des dispositifs actuels

En effet, ces dispositifs ont été créés et distribués aux usagers dans le but de diffuser des informations quantitatives sur la consommation électrique. Nous présentons, dans cette deuxième partie, les retours critiques des deux types les plus communément répandus auprès des usagers : 1) les factures (en version papier ou dématérialisées) et 2) les *In home display*.

Les factures, médias historiques, représentent encore aujourd'hui le principal canal utilisé par les énergéticiens pour diffuser des

informations à leurs clients (Neustaedter, Bartram, et Mah 2013). Traditionnellement imprimées sur papier, elles sont aujourd'hui accessibles de manière dématérialisée via des plateformes numériques telles que les sites Internet, les applications pour appareils mobiles et les courriels.

Cependant, malgré cette diffusion de masse, les informations présentes sur les factures restent insuffisantes lorsqu'il s'agit de réaliser un suivi de consommation (Neustaedter, Bartram, et Mah 2013). Les études concernant la lecture des factures par les usagers et leur analyse, ont révélé qu'ils se contentaient, la plupart du temps, de vérifier le montant de la facture et le payer s'il était habituel (Kempton et Layne 1994). Par contre, dans les situations où le coût de facturation était inhabituel, les usagers commençaient à s'interroger sur les causes possibles. Les auteurs ont aussi remarqué que certains usagers gardaient des traces des relevés pour les aider à mieux interpréter leurs factures.

Mais, de manière générale, Brounen et al. (Brounen, Kok, et Quigley 2013) constatent que peu de participants de leur étude ne connaissent le montant mensuel de leurs factures.

Dans certains pays, les usagers sont équipés de dispositifs leur permettant de suivre l'évolution de leur consommation. Appelé In Home Display ou HEMS<sup>21</sup>, ces dispositifs diffusent en permanence des informations en temps réel. Grâce à ces dispositifs, les personnes les utilisant deviennent de plus en plus aptes à comprendre leurs consommations électriques (Schwartz et al. 2013a). Ce type de dispositifs permet d'encourager l'expertise des consommations d'énergie (Yun et al. 2010). Ainsi, la possibilité de lire des informations en temps réel déclenche des comportements de détection de facteurs de consommation anormale. Du et al (Du, Guo, et Wei 2017) soutiennent que ce type de dispositifs favoriserait une baisse mesurée de la consommation.

Toutefois, trois principales limites sont identifiées à propos de ces appareils.

Premièrement, leurs effets bénéfiques semblent limités dans le temps (Buchanan, Russo, et Anderson 2015). En effet, la baisse de consommation estimée à 7,8% est rarement maintenue à moyen et long terme (van Dam, Bakker, et Van Hal 2010). En cause, un effet de lassitude. Les usagers manifestent de moins en moins d'intérêt pour ce type de dispositifs passé un premier temps de découverte et d'apprentissage (Melanie Rosemarie Herrmann 2018a; Pereira

et al. 2013; Webb, Benn, et Chang 2014) . Cette indifférence a pour conséquence une interaction peu régulière avec les informations.

De plus, la nature des informations diffusées par ce type de dispositifs est contestée par Herrmann et al (M R Herrmann, 4th, et 2016, s. d.). Les auteurs affirment qu'elles ne reflètent pas les habitudes quotidiennes des usagers. De fait, ces derniers n'arrivent pas à établir un lien entre les données fournies par les compagnies d'énergie et les actions effectuées dans le foyer (Catney et al. 2013).

Enfin, ce type de dispositifs s'appuie sur un concept de choix rationnel du traitement de l'information (Catney et al. 2013; Y. A. Strengers 2014). Or, certains auteurs prônent le développement de nouveaux types de dispositifs, plus intégrés dans les habitudes des usagers (Pierce, Schiano, et Paulos 2010). De toute évidence, une approche prenant en compte un moniteur d'énergie ne peut être justifiée (van Dam, Bakker, et Van Hal 2010). Le succès des *In home Displays* (IHD) semble dépendre entièrement de l'engagement des utilisateurs (Wallenborn, Orsini, et Vanhaverbeke 2011; Oltra et al. 2013). Pour concevoir un IHD efficace, Ozawa et al. suggèrent de prendre en considération le contexte et le rythme de vie, les pratiques et habitudes des usagers (Ozawa, Furusato, et Yoshida 2017).

## **2.4. Limitation des études**

Ces publications nous apprennent que 1) la perception de la consommation est largement influencée par la nature des appareils électriques, par leur taille, la durée de leur utilisation, leur durée de fonctionnement et leur disponibilité; 2) la réduction de sa consommation d'électricité est associée à une perte de confort; 3) l'ensemble des usagers ont des difficultés à comprendre les unités énergétiques et à faire des actions efficaces pour réduire leurs consommations, 4) les usagers accordent une attention limitée aux dispositifs distribués par les fournisseurs d'énergie.

Toutefois, même si nous savons que la perception de la consommation est influencée par la nature des appareils électriques, nous ne savons pas quels sont ceux qui sont les plus associés à la consommation et si les usagers sont capables de déterminer lesquels sont les plus consommateurs.

De la même manière, la revue de la littérature nous permet de découvrir comment les usagers utilisent les outils de feedback

distribués par leurs fournisseurs mais apporte peu de choses sur leurs stratégies personnelles des usagers, effectuées pour contrôler/réguler leurs consommations.

Enfin, les limites d'application des dispositifs sont toujours circonscrites à leur utilisation.

Grâce à cette étude, nous désirons découvrir 1) quels sont les appareils qui sont le plus associés à la consommation électrique, 2) si les participants parviennent à identifier leur principal pôle de consommation, 3) leur pratique pour accéder à des informations énergétiques, et 4) les limites et les besoins qu'ont les usagers.

### 3. Méthode de collecte de données

Afin de répondre aux questions de recherche présentées dans le précédent paragraphe, nous avons conçu et réalisé une série d'entretiens avec des usagers non-expert en énergie. Tous sauf un déclarent être également non-expert en visualisation. Dans cette section, nous présentons la méthode employée pour les sélectionner et les types de données que nous désirions obtenir.

#### 3.1. Sélection du panel

ID	sexe	Age	activité	hab.	habitat	commune	occupation	compteur	chauffage
1	F	70	retraité	1	maison	93061	propriétaire	mécanique	électrique
2	H	48	informaticien	3	appartement	75056	propriétaire	mécanique	électrique
3	H	23	étudiant	1	appartement	92025	locataire	mécanique	électrique
4	H	80	retraité	2	appartement	91 112	hébergé à titre gratuit	intelligent	réseau chaleur
5	F	72	retraité	2	appartement	38229	propriétaire	intelligent	fioul
6	H	59	Ingénieur	3	maison	31424	propriétaire	électronique	gaz
7	F	57	agent à domicile	3	maison	12289	propriétaire	intelligent	élec/bois
8	F	25	Psychologue	2	appartement	31557	locataire	électronique	électrique
9	H	80	retraité	2	maison	12198	propriétaire	électronique	fioul
10	F	30	prof liberale	2	appartement	75056	propriétaire	mécanique	réseau chaleur

Tableau 2 - Table contenant les données démographiques des 10 participants.

Nous avons contacté 30 personnes par mail et par téléphone. Parmi celles qui ont répondu favorablement à la demande d'interview, nous avons sélectionné 10 personnes en respectant des **critères démographiques les plus variés possibles** (sexe, âge, activité de la personne interviewée, nombre de personnes vivant dans le foyer, type d'habitat, code INSEE de la commune de résidence, statut d'occupation du logement, type de compteur électrique, et énergie utilisée pour se chauffer) ([Tableau 2](#)). La participation des personnes sélectionnées est strictement bénévole.

Le panel constitué comporte des femmes et des hommes à parts égales. Le participant le plus jeune est âgé de 23 ans tandis que le plus âgé en a 80. Six participants vivent dans des appartements et quatre dans des maisons. Sept participants sont propriétaires, deux sont locataires et un seul est hébergé à titre gratuit. Quatre foyers se trouvent en zone urbaine, trois en zone péri-urbaine et les trois derniers sont localisés en zone rurale. Deux personnes vivent seules, cinq foyers sont composés de deux personnes, les trois foyers restants comptent 3 occupants. Trois foyers sont équipés de compteurs électroniques, trois autres de compteurs intelligents (*Linky*), les quatre restants sont mécaniques. Quatre personnes sont retraitées, il y a un étudiant, deux professions libérales, un agent à domicile et deux ingénieurs.

Concernant l'énergie de chauffage, quatre foyers sont chauffés exclusivement par de l'énergie électrique, deux utilisent du fioul, deux autres sont branchés à un réseau d'eau chaude, un seul utilise du gaz et un dernier utilise du bois et de l'électricité en fonction de la saison.

## **3.2. Entretien chez les participants**

Tous ces entretiens se sont déroulés dans le domicile principal des participants.

Chaque entretien était structuré en deux étapes d'approximativement une heure chacune : 1) un entretien semi-directif et 2) une observation des dispositifs utilisés par les participants eux-mêmes.

### **3.2.1. Entretien semi-directifs**

Un entretien semi-directif a été mené pendant la première partie de la rencontre. Nous avons utilisé un questionnaire dont les différentes

parties sont détaillées dans cette section. Nous débutons en demandant aux participants de faire la liste des appareils électriques présents dans leur domicile. Nous nous inspirons d'une méthode utilisée par Gabe-Thomas et al. afin de pouvoir évaluer quels sont les appareils qui sont le plus associés à la consommation électrique (Gabe-Thomas et al. 2016a).

Dans un second temps, nous demandons aux participants de dessiner le plan de leur maison et d'y placer les objets électriques précédemment décrits. Enfin, nous leur demandons de dessiner la chronologie de toutes les actions électriques effectuées la journée précédant l'entretien. Nous nous inspirons, pour ce faire, des travaux de Chisik et de Bowden (Chisik 2011; Bowden et al. 2014). Nous désirons, avec cet exercice complémentaire, aider les usagers à se remémorer des appareils électriques oubliés.

Nous demandons par la suite aux participants d'établir un classement, par ordre décroissant, des cinq appareils qu'ils estiment être les plus consommateurs chez eux (Anderson et White 2009). Nous réalisons ce classement pour évaluer la capacité des participants à identifier et hiérarchiser les appareils les plus énergivores.

L'entretien se termine par des questions de connaissance liées à l'électricité, adaptées d'un questionnaire de Mogles et al. (Mogles et al. 2017).

### **3.2.2 Observation des dispositifs utilisés par les participants**

Après une courte pause, les participants sont invités à nous présenter ce qu'ils utilisent pour consulter leur consommation. Cette seconde étape n'est pas structurée par un questionnaire mais se déroule dans plusieurs lieux du foyer. En effet, se trouver *in situ* facilite la compréhension du contexte lié à la prise d'information. Nous sommes attentifs aux types d'instruments qui nous sont présentés et demandons si nécessaire aux participants de nous décrire précisément les tâches effectuées ainsi que les facteurs qui déclenchent ces actions. Toutes les observations sont documentées à l'aide de photographies.

Pendant ces deux étapes, plusieurs types de données ont été collectées. Toutes les déclarations des participants ont été enregistrées puis retranscrites *in extenso*. Un extrait de retranscription se trouve en annexe du document. Les croquis réalisés par les participants (plans

et chronologies) ainsi que les photographies constituent des données complémentaires.

Ces trois types de données ont été compilés ensemble sous la forme d'un livret au format PDF pour faciliter la lecture et sous la forme d'un tableur pour faciliter les analyses. Nous introduisons chacun des résultats de l'étude par la présentation de la méthodologie d'analyse effectuée.

## 4. Résultats

### 4.1. Quels sont les appareils qui sont les plus associés à la consommation électrique ?

Nous utilisons de l'électricité pour assurer notre confort : s'éclairer, s'alimenter, se laver, se divertir, entretenir des activités sociales (Neustaedter, Bartram, et Mah 2013; Goorden et al. 2005). Pourtant nous avons rarement conscience d'utiliser cette énergie au quotidien. De fait, lorsque on nous demande d'estimer la consommation de nos appareils, notre réponse est implacablement influencée par leurs natures et/ou leurs fonctionnalités. Cette estimation peut être due à la taille (Cowen et Gatersleben 2017), la durée d'utilisation (Chisik 2011), la durée de fonctionnement ou encore la présence de l'appareil électrique (Kempton et Layne 1994).

Nous désirons demander aux participants de l'étude de nous lister quels sont ceux qu'ils utilisent chez eux car nous pensons que leurs réponses seront un bon moyen d'évaluer ceux qu'ils associent le plus à leur consommation électrique.

#### 4.1.1. Méthode d'analyse

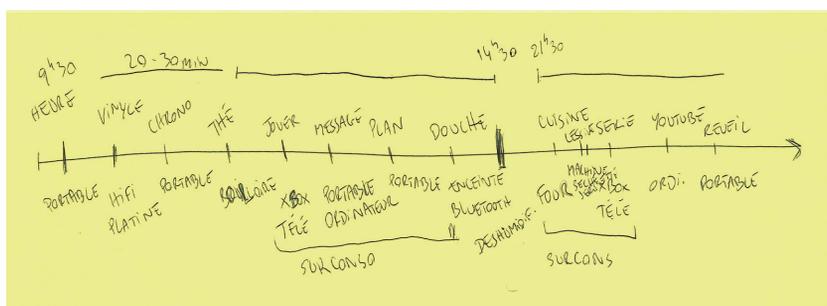
Pour découvrir quels sont les appareils qui évoquent le plus la consommation électrique nous demandons aux participants, dès les premières minutes de l'entretien, d'en faire la liste la plus complète possible. Ces résultats sont rangés dans l'ordre dans la catégorie *cités*.

Dans un second temps, nous proposons deux exercices de dessin aux participants. Avec le premier nous leur demandons de schématiser leur logement et d'y disposer leurs objets électriques (Figure 25-a). Avec le second, nous leur demandons de réaliser une chronologie

des activités réalisées la journée avant l'entretien (Figure 25-b). Ces deux exercices sont utilisés pour aider les participants à se remémorer les appareils auxquels ils n'auraient pas pensé au premier abord. Ces résultats sont rangés dans l'ordre dans la catégorie nommée *oubliés*.

Figure 25 – Exemples de dessins réalisés par les participants :  
a) schéma de leur logement et b) chronologie des activités réalisées.

L'ensemble des appareils est codé à l'aide de six descripteurs : 1) le type d'appareil, 2) le raccordement au réseau électrique, 3) le mode de mise en marche, 4) le temps d'utilisation, 5) la récurrence d'utilisation et la puissance de l'appareil, 6) la puissance.



#### 4.1.1.1. Définitions des descripteurs

- Le type d'appareil électrique

Pour définir le type d'appareil électrique, nous utilisons une classification utilisée à la R&D d'EDF, notamment pour de nombreux outils de simulation.

Il en existe sept types : appareils de chauffage, froid<sup>22</sup>, médias, cuisson, éclairage, électroménagers et petits-électroménagers.

- Le raccordement au réseau électrique

Nous distinguons quatre types de raccordement au réseau électrique. Tout appareil *relié directement au réseau* signifie qu'il ne possède pas de prise amovible. Par exemple, certains modèles de radiateurs électriques sont raccordés directement au réseau par un câble électrique. Certains appareils, comme le four, sont *branchés en permanence*, c'est-à-dire que l'utilisateur laisse l'appareil branché lorsqu'il n'en a pas l'usage. Il existe une catégorie d'appareils qui n'est *branchée que pour le temps de l'utilisation*. Il s'agit généralement d'appareils mobiles permettant d'effectuer un usage ponctuel, comme un aspirateur ou un fer à

repasser. Enfin, une dernière catégorie d'appareils n'est *branchée que pour effectuer une recharge*. Elle concerne les appareils qui possèdent une batterie, tels qu'un ordinateur portable, une tablette ou un téléphone. Dans cette hypothèse, le temps d'usage ne correspond pas toujours au temps de recharge.

- Le mode de mise en marche

Il existe trois façons de mettre un appareil en état de marche. Soit l'appareil se met en marche de manière *automatique* comme par exemple le réfrigérateur, soit l'appareil se met en marche dès qu'il est *branché*, comme par exemple un fer à repasser, ou enfin la mise en marche se fait en activant *un bouton*.

- Le temps d'utilisation

Nous distinguons trois états pour définir le temps d'utilisation<sup>23</sup>. Une durée de moins d'une heure est dite *courte*, plus d'une heure est considérée *longue* et l'absence de durée d'usage rend sa durée *nulle* (elle est codée avec la mention *null* dans la Figure 26).

- La récurrence d'utilisation

La récurrence d'utilisation est le nombre de fois que l'appareil est activé. Elle peut être *régulière*, c'est-à-dire quotidienne, *ponctuelle* quand l'appareil est activé au moins une fois par semaine, ou *rare* lorsque l'appareil est mis en marche moins d'une fois par semaine.

- La puissance

La puissance de l'appareil peut être *réglable*, comme sur un micro-onde, ou *fixe* pour une imprimante.

#### 4.1.1.2. Exploitation du codage

Une fois le codage effectué sur l'ensemble des appareils listés par les participants, nous comptabilisons leur distribution pour chacun des descripteurs. Tous les participants n'ayant pas nommé le même nombre d'appareils, nous convertissons les valeurs en pourcentage afin de pouvoir comparer la distribution de ces listes.

Ainsi, le participant P2 a cité 13 appareils (Figure 26). Parmi ces

appareils, 46,15% sont des appareils de type médias, 69,23% sont branchés en permanence, 61,54% permettent un réglage de la puissance et 69,23% sont activés avec un bouton (Figure 27).

Pour découvrir quels appareils évoquent le plus la consommation électrique, nous demandons aux participants de les lister. Certains vont être cités spontanément et d'autres seront oubliés puis découverts un peu plus tard. Les résultats sont comptabilisés puis agrégés pour l'ensemble des participants. Nous obtenons à la fin de ces opérations deux valeurs, cités et oubliés, pour chacun des descripteurs. La comparaison de ces valeurs nous permet d'interpréter quelles sont les caractéristiques d'appareils qui évoquent le plus la consommation électrique.

Figure 26. Extrait du codage des appareils décrits par le participant P2. Les appareils sont divisés en deux groupes, cités et oubliés.

			Descripteur						
ID	ordre	appareils	type d'appareil	durée d'usage	réccurrence d'usage	connexion au réseau électrique	mise en marche	puissance	
2	1	réfrigérateur/congélateur	froid	null	automatique	branché en permanence	automatique	non réglable	
	2	chauffe-eau	ECS	null	automatique	relié directement	automatique	non réglable	
	3	lave-vaisselle	electroménager	long	régulière	branché en permanence	via un bouton	réglable	
	4	four	electroménager	court	ponctuelle	branché en permanence	via un bouton	réglable	
	5	plaque à induction	electroménager	court	régulière	branché en permanence	via un bouton	réglable	
	6	machine à laver	electroménager	long	régulière	branché en permanence	via un bouton	réglable	
	7	micro-onde	petit electro	court	régulière	branché pour l'utilisation	via un bouton	réglable	
	8	imprimante	media	court	ponctuelle	branché pour l'utilisation	via un bouton	non réglable	
	9	télévision	media	long	régulière	branché en permanence	via un bouton	non réglable	
	10	NAS	media	null	automatique	branché en permanence	automatique	non réglable	
	11	ordinateurs	media	long	régulière	branché pour recharge	via un bouton	non réglable	
	12	box internet	media	null	automatique	branché en permanence	automatique	non réglable	
	13	chaîne Hi-Fi	media	court	régulière	branché en permanence	via un bouton	non réglable	
	1	téléphone portable	media	court	régulière	branché pour recharge	via un bouton	non réglable	
	2	tablette	media	court	régulière	branché pour recharge	via un bouton	non réglable	
	3	radio CD cassette	media	court	régulière	branché en permanence	via un bouton	non réglable	
	4	radiateur	chauffage	long	automatique	branché pour l'utilisation	automatique	réglable	
	5	éclairage	éclairage	long	régulière	relié directement	via un bouton	non réglable	

ID	durée d'usage			réccurrence d'usage				type d'appareil					connexion au réseau électrique				mise en marche			puissance				
	null	long	court	auto	regul	ponct	rare	chauff.	ECS	petit el.	froid	electro	media	éclair.	cuis	relié	perm.	branché	recharge	auto	bouton	branch	régl	non régl
2	30,77	30,77	38,46	30,77	53,85	15,38	0,00	0,00	7,69	7,69	7,69	30,77	46,15	0,00	0,00	7,69	69,23	15,38	7,69	30,77	69,23	0,00	61,54	38,46

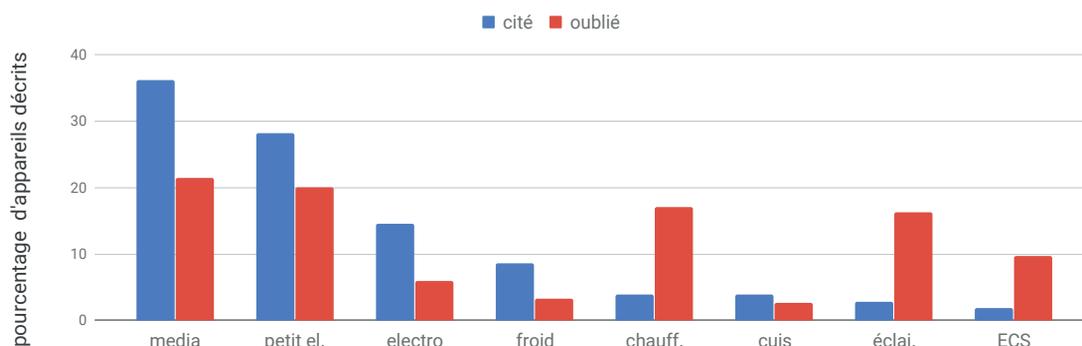
Figure 27. Extrait du tableau de comptage des références pour les appareils cités par le participant n°2. Les valeurs surlignées en jaune sont citées comme exemple dans le texte.

#### 4.1.2. Résultats obtenus

Au total, l'ensemble des participants ont listé 202 appareils. 147 ont été cités et 55 oubliés. Nous présentons la distribution des appareils cités (en %) pour chacun des descripteurs présentés dans la méthode puis nous la comparons avec celle des appareils oubliés (Figure 28).

Cette comparaison nous permet de faire quatre constats : 1) les appareils de type médias et petits électroménagers sont cités en priorité par les participants, 2) les appareils avec des temps d'utilisation courts sont également bien représentés 3) tout comme

ceux qui sont régulièrement utilisés et 4) ceux dont la puissance peut être réglée.



#### 4.1.2.1. Les appareils de type média et petit électroménager

Nous observons que les participants citent principalement des appareils de type média (36,2%) ainsi que des petits appareils électroménagers (28,3%) et appareils électroménagers (14,6%). La somme de tous les types d'appareils restants ne représente que 21%. Les appareils les plus cités sont tous des objets *actionnables*, qui fonctionnent avec une manipulation de la part de l'utilisateur. À l'inverse, les objets *non-actionnables* sont peu cités. Il s'agit par exemple du chauffage et de l'ECS qui ne représentent que 5,8% des appareils cités.

Figure 28 - Répartition des types d'appareils cités (en bleu) et oubliés (en rouge) par les participants.

Nous remarquons que la distribution des appareils *oubliés* n'est pas exactement identique. Même si les appareils de type média et petit électroménager sont encore les plus mentionnés (41% à eux deux), les résultats des types chauffage (17%), éclairage (6%) et ECS (10%) diffèrent. Ces appareils ne sont pas venus spontanément à l'esprit des participants lorsque nous leur avons demandé de les lister car ils sont *non-actionnables* (chauffage), ne proposent pas un usage direct (éclairage) ou sont cachés par une autre fonction (dans le cas de la production d'ECS, l'utilisateur consomme de l'eau chaude pour satisfaire ses besoins mais a peu conscience de l'énergie nécessaire pour la chauffer). Les participants ont découvert qu'ils avaient oubliés ces objets lorsque nous leur avons proposé de dessiner un plan de leur logement.

#### 4.1.2.2. Les appareils branchés en permanence fortement représentés.

Les appareils branchés en permanence sont massivement *cités* par les participants (57,10%). Il s'agit à la fois d'appareils électroménagers

comme un réfrigérateur ou de médias, comme la télévision ou un ordinateur de bureau.

Les appareils *oubliés* sont plus souvent reliés directement au réseau électrique (41,54%). Il s'agit généralement de radiateurs, de système d'éclairage ou bien de certaines installations de production d'eau chaude.

#### **4.1.2.3. Les appareils avec un temps d'utilisation court**

Nous remarquons que les appareils dont l'usage est court (c'est-à-dire moins d'une heure) sont plus cités que les appareils aux temps d'usage plus longs. Les appareils dont le temps d'usage est nul, ne sont pas cités.

En ce qui concerne les appareils *oubliés*, nous observons des résultats homogènes entre les 3 valeurs (*nul* :35,13%, *long* :32,95%, *court* : 31,91%).

#### **4.1.2.4. Les appareils utilisés régulièrement**

Que ce soit pour les appareils *cités* ou bien les appareils *oubliés*, ceux qui sont utilisés régulièrement sont fortement représentés. Nous observons que plus l'utilisation devient rare, moins l'appareil est représenté. Pour ce qui est des appareils dont la récurrence d'usage est *nulle* (pas d'usage direct), ils sont légèrement plus représentés dans le groupe *oubliés*.

#### **4.1.2.5. Les appareils dont la puissance peut être réglée**

Globalement, les participants citent massivement des appareils dont ils peuvent moduler la puissance (61,99%) et oublient ceux dont la puissance n'est pas variable (60,66%)

Nous remarquons que les participants ont établi leur liste à l'aide de stratégies différentes. Le participant P1 s'est projeté en train de faire des actions chronologiques, dans sa maison. D'autres participants ont utilisé des stratégies spatiales, comme par exemple les participants P2, P5 et P7 qui ont rayonné autour du lieu de l'interview ou encore des participants P6, P10 et P8 qui ont listé leurs appareils pièce par pièce.

Les résultats de cette analyse nous permettent de décrire le type d'appareil électrique que les participants citent en premier. Il s'agit d'un appareil sur lequel ils ont une *action directe* et qu'ils peuvent

actionner eux-mêmes, comme par exemple en appuyant sur un bouton. Il s'agit d'un appareil qu'ils utilisent *régulièrement*, dont la *durée d'usage est courte* et où il est possible de *moduler la puissance*. Au contraire, les participants ont oublié des appareils qu'ils n'utilisent pas directement et dont la mise en marche est automatique. Ces derniers appareils ont été découverts plus tard, au fil de la discussion, ou bien en réalisant un schéma du logement.

L'attention des participants est portée sur ce qu'ils peuvent actionner et manipuler. Ils ont donc conscience que ces appareils nécessitent de l'énergie électrique pour fonctionner. Mais savent-ils estimer la consommation de ces derniers ?

## 4.2. Les participants savent-ils évaluer et hiérarchiser la consommation de leurs appareils électriques ?

	1_1	2_2	3_3	4_4	5_5	6_6	7_7	8_8	9_9	10_10
Refrigerateur-Congelateur	0,0	460,0	0,0	460,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	460,0
Ordinateur	367,2	393,5	336,1	393,5	425,1	281,1	281,1	460,7	0,0	429,9
PetitElectromenager	216,5	198,2	264,3	198,2	221,0	165,8	165,8	232,1	154,7	288,7
LaveVaisselle	0,0	257,7	0,0	0,0	179,6	215,5	215,5	0,0	251,4	234,6
four	0,0	198,4	178,6	323,7	135,2	0,0	142,3	0,0	378,5	217,3
PlaqueInduction	0,0	175,4	157,9	286,2	119,5	0,0	0,0	0,0	0,0	192,1
éclairage	173,4	127,0	107,9	222,2	292,0	451,3	398,2	223,0	260,1	169,9
LaveLinge	116,2	159,5	106,3	132,9	111,2	133,4	133,4	155,6	155,6	145,2
MicroOnde	0,0	73,5	66,2	0,0	50,1	0,0	52,7	0,0	140,3	80,5
ConsoElecElectroHifi	43,2	39,5	39,5	0,0	0,0	33,0	0,0	0,0	0,0	43,2
Television	403,6	369,4	369,4	413,8	346,0	346,0	346,0	432,5	432,5	0,0
chauffage	8059,2	2570,3	3524,8	359,0	0,0	1963,7	474,1	585,8	359,0	0,0
Refrigerateur	253,0	0,0	253,0	0,0	253,0	506,0	253,0	253,0	253,0	0,0
PlaqueMixte	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	89,3	0,0	237,4	0,0
ECS	1131,7	1900,6	1067,1	0,0	0,0	1511,1	0,0	1520,8	0,0	0,0
PlaqueVitre	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	305,2	0,0	0,0
MiniFour	147,6	0,0	0,0	143,1	0,0	62,9	62,9	107,5	0,0	0,0
ConsoleJeu	0,0	0,0	153,0	0,0	0,0	42,7	0,0	59,7	0,0	0,0
Congelateur	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	556,0	556,0	0,0	0,0	0,0
SecheLinge	0,0	0,0	0,0	314,6	0,0	315,7	315,7	0,0	0,0	0,0
Magnetoscope	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	31,7	0,0	0,0	0,0
LecteurDvd	0,0	0,0	0,0	20,0	0,0	0,0	16,7	0,0	0,0	0,0
Clim	0,0	0,0	0,0	0,0	406,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PlaqueFonte	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Les usagers ont tendance à surestimer la consommation d'appareils peu énergivores et au contraire de sous-estimer celle des appareils les plus consommateurs (Lesic et al. 2018; Attari et al. 2010; Melanie Rosemarie Herrmann 2018b). Nous désirons évaluer la capacité des participants de l'étude à déterminer et hiérarchiser quels sont, selon eux, les cinq appareils les plus énergivores.

Figure 29. Table présentant le résultat des simulations de consommations. Les colonnes correspondent aux participants et les lignes correspondent aux objets. Les valeurs sont exprimées en kWh et représentent le total annuel de consommation.

### 4.2.1. Méthode d'analyse

À l'image des travaux d'Anderson et White (Anderson et White 2009), qui ont demandé aux participants de leur étude de réaliser un classement des appareils domestiques en fonction de leur consommation d'énergie, nous posons, pendant l'interview, la question suivante : « Parmi les appareils électriques que vous avez identifiés, pouvez-vous classer les cinq plus consommateurs, du plus au moins important ? » L'ensemble des classements sont compilés.

Afin d'évaluer la justesse de ces classements, nous avons besoin de les comparer avec des simulations de consommation personnalisées. Elles sont effectuées grâce à un outil professionnel, un algorithme créé pour la R&D d'EDF<sup>24</sup>. Afin de lancer les simulations, nous renseignons : 1) les données relatives au bâti (emplacement géographique, superficie, année de construction, énergie de chauffage), 2) les données relatives aux équipements électriques (type, usages) et 3) les données relatives aux habitudes de vie des occupants (nombre de personnes dans le foyer, présence en journée, température de chauffage). Toutes ces données ont été collectées pendant les entretiens. Grâce à elles, nous sommes en mesure de générer dix historiques de consommation annuels, personnalisés et désagrégés c'est-à-dire relatifs à chaque appareil (Figure 29). Nous ordonnons les résultats simulés, pour chaque participant, et ne sélectionnons que les cinq valeurs les plus importantes.

Nous obtenons ainsi deux listes pour chaque participant : une liste d'appareils dits *déclarés* et une autre liste d'appareils *simulés*. Nous simplifions ces listes en regroupant les appareils par types<sup>25</sup>.

Enfin, nous agrégeons ces résultats en deux groupes de participants : ceux qui utilisent une énergie de chauffage électrique (5 participants) et ceux qui utilisent une autre énergie (5 participants également).

Cette suite d'opérations nous permet de comparer la distribution des appareils déclarés et simulés pour ces deux groupes.

### 4.2.2. Résultats obtenus

Au total, nous avons recueilli 39 réponses auprès des participants. Cinq d'entre eux ont proposé un classement complet, trois ont proposé un classement de quatre appareils et deux n'ont pas réussi à

proposer un classement de plus de trois appareils. Parmi les réponses, nous identifions 15 appareils différents correspondant à 6 types.

La simulation des consommations a permis de générer 50 réponses. Nous identifions 12 appareils différents correspondant à 7 types. Les résultats sont présentés pour les deux groupes de participants, ceux qui utilisent l'électricité comme énergie de chauffage et les autres.

#### **4.2.2.1. Distribution des appareils déclarés et simulés pour les participants utilisant l'électricité comme énergie de chauffage.**

Les participants qui possèdent des appareils de chauffage électriques les identifient comme les plus consommateurs (6 mentions). Cette estimation, quoique légèrement sous-évaluée est proche des simulations (9 mentions).

Nous remarquons une parfaite correspondance pour les types d'appareils produisant du froid (3 mentions pour les estimations et pour les simulations)

Alors que les résultats des estimations et des simulations sont proches pour les appareils produisant de la chaleur et du froid, nous remarquons au contraire de fortes disparités pour les appareils de type média, cuisson et électroménager.

En effet, les appareils de type média (en violet sur le graphique de la [Figure 30](#)) ne sont cités qu'une seule fois par les participants alors que les simulations les mentionnent à neuf reprises soit autant que les appareils de type chauffage. Ils sont donc sous-évalués par les participants.

Nous constatons également un écart inverse pour les appareils de type cuisson et électroménager. Dans ces cas, les participants ont tendance à surévaluer ces appareils par rapport aux résultats des simulations.

#### **4.2.2.2. Distribution des appareils déclarés et simulés pour les participants n'utilisant pas l'électricité comme énergie de chauffage**

Le deuxième groupe de participants n'utilise pas d'énergie électrique pour se chauffer. En conséquence, personne n'a mentionné d'appareils de chauffage dans son classement.

Nous constatons qu'aucun appareil n'a été correctement évalué. Les types petit-électroménager, cuisson et électroménager sont

Figure 30. Graphique à barres empilées montrant la distribution des appareils déclarés (colonne de gauche) et simulés (colonne de droite) pour chaque type. Les gammes de couleurs correspondent aux types d'appareils. Ce graphique concerne les participants qui utilisent l'électricité comme énergie de chauffe (P1, P2, P3, P7, P8)

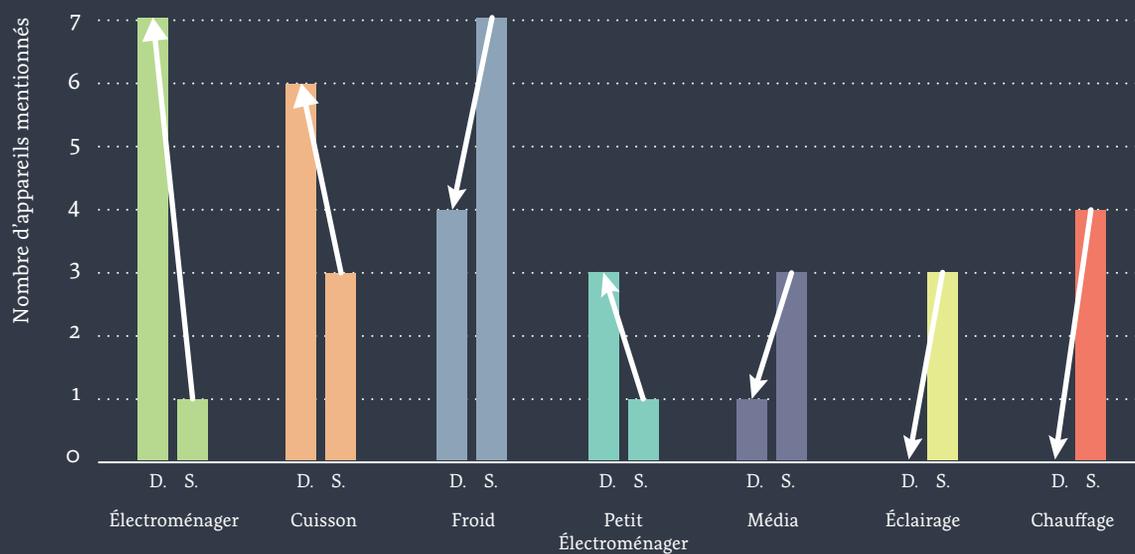
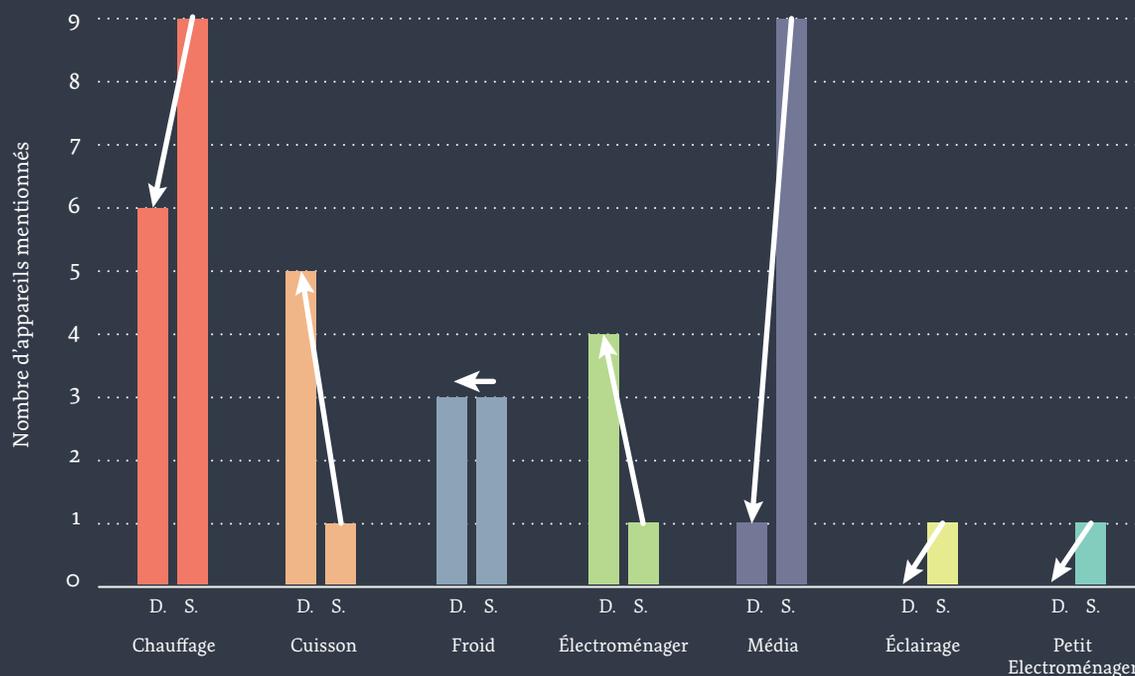


Figure 31. Graphique à barres empilées montrant la distribution des appareils déclarés (colonne de gauche) et simulés (colonne de droite) pour chaque type. Les gammes de couleurs correspondes aux types d'appareils. Ce graphique concerne les participants qui utilisent une autre énergie que l'électricité pour le chauffage (P4, P5, P6, P9, P10)



D. = Déclaré  
S. = Simulé

surévalués et à l'inverse les types, froid, chauffage, éclairage et médias sont sous-évalués.

Les écarts les plus importants concernent les appareils d'électroménager (7 mentions contre 1 pour la simulation) et à l'inverse les appareils média (1 mention contre 6 pour la simulation).

Ce groupe de participants ne mentionne pas du tout les types chauffage (absent dans ce cas) et l'éclairage, alors qu'ils occupent respectivement les troisième et quatrième place dans les simulations.

Alors que le premier groupe parvient à convenablement évaluer la consommation d'appareils de type chauffage et froid, le deuxième groupe n'y parvient pour aucun des deux. Dans les deux groupes, l'éclairage n'est jamais mentionné et les appareils de cuisson et électroménager sont surévalués. Une similitude attire également notre attention. Nous remarquons en effet que les appareils de médias (télévision, ordinateur) sont dans les deux cas sous-estimés avec un large écart. Cela signifie que les participants ne pensent pas que ces appareils consomment beaucoup d'énergie, alors que les simulations nous indiquent le contraire ([Figure 31](#)).

Les participants ne parviennent pas à évaluer les principales sources de consommation dans leur foyer. Néanmoins, malgré ces difficultés, certains décident d'agir sur leur consommation. Quelles sont les stratégies employées pour y parvenir ?

### **4.3. Quelles sont les stratégies mises en place par les participants pour contrôler et agir sur leur consommation ?**

Décrire une stratégie implique généralement de pouvoir relier ensemble une série d'actions réalisées dans le but d'atteindre un objectif précis. Il s'agit donc d'identifier les motivations et les facteurs déclencheurs de ces actions sur la consommation d'énergie et de déterminer les instruments utilisés pour ce faire. Nous présentons dans cette section, comment, avec une méthode de codage des transcriptions, 1) nous avons identifié les stratégies mises en place par les participants et 2) nous procédons à l'analyse des descripteurs.

#### **4.3.1. Méthode d'analyse**

Pour détecter ces stratégies, nous utilisons les données récoltées pendant les séances d'observation à savoir, un corpus regroupant la transcription des déclarations ainsi que des photographies. Pour chaque participant, nous identifions trois descripteurs : 1) les instruments utilisés, 2) les tâches effectuées par les usagers et 3) les facteurs déterminants.

##### **4.3.1.1. Les instruments**

Nous regroupons dans cette catégorie tous les appareils déclarés être utilisés par les participants. Il s'agit aussi bien d'appareils électriques domestiques que des dispositifs d'information.

##### **4.3.1.2. Les tâches**

Cette catégorie nous renseigne sur ce qui est effectué ou produit par les utilisateurs. Pour coder ces tâches, nous utilisons le continuum d'engagement présenté dans le chapitre précédent. Pour rappel, il est structuré en cinq familles de tâches : collecter, percevoir, comprendre, réfléchir et agir.

##### **4.3.1.3. Les facteurs déterminants**

Il s'agit de facteurs qui influencent l'utilisateur dans sa prise de position ou de choix (Rabardel 1995). Il en existe deux types : les *déterminants internes* (DI) et *externes* (DE). Les DI proviennent de l'utilisateur lui-même. Il s'agit, par exemple, de ses valeurs, ses convictions, son éducation, son attrait esthétique. Les DE sont des facteurs provenant du contexte

dans lequel se trouve l'utilisateur, tels que le contexte géographique, temporel, social ou technique.

### 4.3.2. Analyse des descripteurs

Le codage des entretiens nous a permis d'identifier 1) les instruments utilisés, 2) les tâches et les sous-tâches effectuées et 3) les facteurs déterminants qui déclenchent le besoin d'accès à une information. Nous présentons chacun de ces points dans cette section.

#### 4.3.2.1. Instruments

Nous distinguons cinq types d'instruments : les équipements électriques, les terminaux électriques, les équipements d'information, les équipements de feedback énergétiques et les instruments créés par les participants eux-mêmes. L'ensemble des instruments est listé dans le [Tableau 3](#).

- [Les équipements électriques](#)

La catégorie des équipements électriques regroupe les appareils nécessitant de l'électricité pour fonctionner. Parmi les plus cités par les participants, nous identifions les radiateurs, les systèmes d'éclairage (lampes ou ampoules) ainsi que le gros électroménager (lave-linge, four, réfrigérateur). Ces équipements, de par leur fonctionnement ou leur possibilité de régulation, permettent aux participants de prendre conscience ou d'agir sur leur consommation.

- [Les terminaux électriques](#)

Les terminaux électriques sont des appareils dont la fonction principale est le transport, l'activation ou la désactivation du flux électrique. Il s'agit par exemple du disjoncteur général, des interrupteurs, des câbles d'alimentation ou encore des prises pilotables. Les participants déclarent les utiliser pour réguler leur consommation.

« Quand on part en vacances, on éteint tout sur [...] et quand on rallume, le compteur se met à tourner très vite. » (*Participant P6*)

- [Les équipements d'information](#)

La catégorie des équipements d'information regroupe l'ensemble des appareils que les participants utilisent pour accéder à des informations ayant un lien avec leur consommation d'électricité. Toutefois, ces appareils ne diffusent pas d'information personnelle. Par exemple, les participants se documentent sur Internet à l'aide de leur ordinateur, tablette ou smartphone. Ils accèdent à des informations par la presse ou bien en réalisant des devis auprès de fournisseurs d'énergie concurrents.

- [Les équipements de feedback énergétiques](#)

À la différence de la catégorie précédente, le groupe des équipements de feedback énergétiques diffuse des informations personnelles de consommation aux participants. Ces équipements ont été expédiés ou sont distribués par le fournisseur d'énergie. Les compteurs et factures papiers sont massivement cités par les participants. Également, les dispositifs numériques comme les espaces clients sur les sites internet des fournisseurs, les applications dédiées ou les emails, sont cités.

- [Les instruments créés](#)

Six participants (P1, P3, P5, P6, P7, P9) nous présentent des instruments qu'ils ont créés eux-mêmes. Nous identifions des annotations de documents envoyés par le fournisseur (P1, P9). Nous observons également le détournement de certains dispositifs pour aider à mémoriser l'évolution de la consommation. Par exemple, le participant n°3 utilise l'historique du répertoire photo de son smartphone pour se souvenir de l'index au moment de la prise de vue. Autre exemple, celui du participant n°7 qui utilise un calendrier pour noter le nombre de jours passés au tarif EJP<sup>26</sup>. Enfin, les instruments créés peuvent être rudimentaires comme un panneau informatif (P7) ou bien extrêmement sophistiqués comme le logiciel de suivi de la consommation et de pilotage d'appareils électriques développé par le participant n°5.

Tableau 3. Récapitulatif des différents instruments utilisés par les participants de l'étude.

catégorie	type	participants
Équipements électriques	Radiateur	P1, P2, P3, P6, P8
	Box tv	P1,
	Réfrigérateur	P2, P3, P10
	Ampoule à économie d'énergie	P1, P3, P8,
	Déshumidificateur	P3,
	Four	P3, P5, P9
	Lave-linge	P3, P7, P10
	Lampe	P5, P6, P7, P9, P10
	Plaque de cuisson	P6,
	Congélateur	P7,
	Télévision	P9,
Terminaux électriques	Disjoncteur	P2,
	Câble de recharge	P2, P8
	Interrupteur	P2, P5
	Prise pilotable	P5,
	Détecteur de mouvement	P5,
Équipement d'information	Thermomètre à mercure	P1,
	Téléphone (SAV fournisseur)	P1,
	Ordinateur	P1,
	Accès internet	P2, P3, P5, P7, P10
	Offre commerciale énergie	P2, P6, P8,
	Fiche informative	P3,
	Boite email	P3
	Répertoire photo du téléphone	P3,
	Calculatrice	P1, P3
	Tablette	P7,
	Presse	P8,
	Catalogue électroménager	P10,
	Étiquette énergie	P10,
Équipement de feedback	Compteur	P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8
	Facture papier	P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8, P9, P10
	Facture dématérialisée	P1, P2
	Bilan de consommation	P1, P10
	Application	P1, P3, P8,
	Espace client sur site fournisseur	P3, P5, P6, P7, P8
	Email du fournisseur	P3, P8
Instruments créés	Camouflage du compteur	P1,
	Annotation sur Post-it	P1,
	Annotation sur documents officiels	P1, P9
	Répertoire photo comme historique	P3,
	Logiciel de mesure et visualisation de la conso	P5,
	Dispositifs ambiants	P5,
	Tableur	P6,
	Annotation sur calendrier	P7,
Panneau d'avertissement	P7,	

#### 4.3.2.2. Tâches déclarées par les participants

En même temps que la présentation des instruments, les participants nous indiquent quelles sont les tâches qu'ils effectuent. Nous les présentons dans cette section et le Tableau 4 en propose une vue synthétique.

- Collecter

Cette première catégorie regroupe des tâches qui permettent la récolte des données énergétiques. Trois participants de l'étude (P1, P3 et P5) nous ont présenté la manière dont ils collectaient des informations.

Quand le compteur électrique est présent chez eux, les participants effectuent des relèves, en le **lisant** (P3) et en **notant** l'index de consommation (P1) ou encore en le **photographiant** (P3). Lorsque les données de consommation se trouvent sur un serveur, l'accès ne peut se faire qu'en **téléchargeant** une application dédiée (P3) ou en se **connectant** au site du fournisseur (P3).

Quand il n'est pas possible de collecter des données sur un dispositif de feedback présent dans le foyer ou d'accéder à des données situées sur un serveur, il est possible de **mesurer** (P5) la consommation de ses appareils électriques via des équipements adaptés.

- Percevoir

Les tâches de cette seconde catégorie favorisent une attention sélective par rapport à un évènement. **L'observation** du mouvement rotatif du disque des compteurs électromécaniques permet de visualiser l'appel de puissance électrique en temps réel. Cette tâche est pratiquée par trois participants (P1, P3, P4). Autre exemple, quand une facture est envoyée par le fournisseur, certains participants (P3, P9) **ciblent** en priorité le montant pour s'assurer de sa normalité. Vouloir accéder à une information peut être ponctuel, c'est pour cette raison qu'un participant (P1) choisit **de limiter ou autoriser** l'accès à son compteur en le camouflant.

Tableau 4 Récapitulatif  
des tâches déclarées  
par les participants.

Tâche	Sous-tâche	Participants
Collecter	Lire	P3
	Noter index	P1
	Photographier index	P3
	Télécharger application	P3
	Connexion site dédié	P3
	Mesurer point de consommation	P5
Percevoir	Observation du compteur	P1, P3, P4
	Cibler information	P3, P9
	Limiter/ autoriser accès	P1
Comprendre	Évaluer la consommation de base	P1, P3
	Évaluer la consommation d'un appareil	P1, P3, P5
	Évaluer la consommation d'un groupe d'appareil	P5
	Situer par rapport à un référentiel en temps réel	P1
	Situer par rapport à un référentiel sur une période	P1, P3, P6, P8
	Mémoriser en créant un historique	P3, P4, P6
	Détecter des économies potentielles	P8
Réfléchir	Comparer les données	P1, P3, P7, P9
	Corréler données avec un évènement	P1
	Estimer les consommations futures	P2, P9
	Situer sa consommation à mi-année.	P3
	Estimer sa consommation par rapport au bâti	P6
	Estimer les offres commerciales	P2, P8
	Déduire des valeurs anormales	P5, P6
Agir	Réguler la t° des appareils de chauffage	P1, P2, P8, P9
	Réguler via un thermostat	P3
	Limiter durée de fonctionnement	P1
	Désactiver le mode veille	P1, P7, P8, P9, P10
	Désactiver un groupe d'appareil	P5
	Désactiver le tableau électrique pendant absence	P4
	Association de fonctionnalité entre deux appareils	P3
	Optimiser rendement des appareils	P7
	Remplacer appareil par un plus performant	P2, P3, P7, P8
	Remplacer appareil par un plus petit	P4, P8
	Vérifier normes avant remplacement	P2, P3, P6, P7, P10
	Travaux de rénovation du foyer	P4, P5
	Substituer chauffage par vêtement	P8
	Substituer actions électriques par actions manuelles	P10
	Substituer les éclairages par lumière naturelle	P8
	Piloter un appareil	P5
	Décaler les usages dans le temps	P7
	Souscrire un nouveau contrat	P6, P7, P2
	Privilégier source énergétique renouvelable	P2, P3
	Partager découverte avec sa famille	P6, P7, P8
Programmer notification automatique	P5	

- Comprendre

Cette troisième catégorie regroupe des tâches que l'utilisateur effectue lorsqu'il désire construire du sens sur ses données énergétiques.

Les participants P1, P3, P5 ont déclaré avoir besoin **d'évaluer** leurs consommations : d'évaluer la consommation de base<sup>27</sup> du foyer en temps réel (P1, P3) mais également d'évaluer la consommation en temps réel d'un appareil ciblé (P1, P3, P5) ou d'un groupe d'appareils (P5). Quatre participants décrivent les tâches qu'ils effectuent pour **situer** leur consommation par rapport à une valeur de référence, en temps réel (P1) ou sur une période particulière (P1, P3, P6, P8).

Pour **mémoriser** les consommations, certains participants décident de créer eux-mêmes un historique (P3, P4, P6). Il peut prendre des formes diverses, comme par exemple un logiciel de tabulation (P6) ou un répertoire de photos (P3).

La compréhension des données de consommation facilite la **détection** de sources d'économies potentielles (P8).

- Réfléchir

Cette catégorie englobe des tâches que l'utilisateur fait pour avoir un recul critique sur sa consommation.

La tâche de **comparaison** est pratiquée par 4 participants (P1, P3, P7, P9). Les données comparées sont les valeurs de consommation (en kWh ou en €) d'une période par rapport à une autre. Les participants les plus méfiants comparent les index<sup>28</sup> de consommations auto-relevés avec ceux envoyés par le fournisseur d'électricité (P1, P3). Le but de cette comparaison est de s'assurer que le montant facturé est conforme à celui qu'il a observé.

Il est difficile de relier des données de consommation avec des activités domestiques (Catney et al. 2013). C'est pour cette raison que le participant P1 essaie de faire des **corrélations** entre ses factures et les événements qu'il a vécus.

Lorsque l'utilisateur sait situer le montant de ses consommations habituelles, il est capable d'en **estimer** les futures. Il est capable de prévoir le montant de ses prochaines facturations (P2, P9), de situer

sa consommation à mi-année (P3) ou d'estimer ses consommations par rapport aux normes de construction de son bâti (P6). Cette connaissance facilite également l'estimation d'offres commerciales proposées par des fournisseurs d'énergie concurrents (P2, P8).

Certains outils en ligne proposés par des énergéticiens permettent de simuler le montant facturé dans le but de le comparer avec la facturation actuelle. La connaissance et le recul que certains participants ont de leurs consommations leur permettent de **déduire** les causes de valeurs anormales (P5, P6).

- Agir

Les quatre précédentes catégories relèvent de prises d'informations. La catégorie *agir*, quant à elle, regroupe les tâches que les usagers ont dit effectuer pour changer l'état d'un système. Nous en comptabilisons une grande variété.

En premier lieu, nous constatons que tous les participants, à l'exception du P5 peuvent *agir* sur un appareil électrique, sur le réseau électrique (P4, P5), sur le bâti (P4, P5), par la **modification du contrat** avec leur fournisseur d'énergie (P2, P3, P6, P7) ou par des actions pour **agir sur le comportement des occupants** de leur domicile (P2, P3, P5, P6, P8, P1).

Certains participants déclarent **réguler** leurs appareils électriques, c'est-à-dire effectuer des réglages sur ces derniers pour adapter leurs besoins à un niveau de consommation. Cette pratique concerne généralement la baisse de température des appareils de chauffage (P1, P2, P8, P9), soit manuellement, soit par l'utilisation de thermostats ou de programmeurs (mode éco) (P3) ; ou la limitation de la durée de fonctionnement d'un appareil électrique (P1).

La **désactivation** systématique d'un appareil ou d'un groupe d'appareils lorsqu'il n'est pas utilisé représente une action ayant un impact sur la consommation du foyer. La désactivation des appareils possédant un mode veille est une pratique répandue par les participants de l'étude (P1, P7, P8, P9, P10). L'action de désactiver l'alimentation électrique peut s'appliquer à un ensemble d'appareils comme l'éclairage (P5) ou à l'ensemble du réseau lorsque le disjoncteur principal est mis en mode arrêt (P4).

Nous remarquons une **action d'association** entre les fonctionnalités

de deux appareils électriques ayant pour effet de provoquer une baisse de la consommation (P3). Dans ce cas, le participant déclare utiliser un déshumidificateur pour faciliter le chauffage de son logement.

Pour les appareils qui suivent un cycle de fonctionnement (par exemple le lave-vaisselle, la machine à laver ou bien le sèche-linge), il est possible **d'optimiser** leur rendement en les lançant que lorsqu'ils sont pleins. En effet, pour la même quantité d'énergie et d'eau consommée, plus de linge ou de vaisselle aura été nettoyé.

Quand il n'est pas possible de réguler, d'associer ou d'optimiser les équipements électriques, les participants choisissent de les **remplacer** par un nouveau modèle plus économe en énergie (P2, P3, P7, P8) ou plus petit (P4, P8). Ce besoin de remplacement s'accompagne généralement par une tâche de vérification des normes avant l'achat de l'appareil (P2, P3, P6, P7, P10). Dans certains cas, le remplacement (ou rénovation) d'un élément du bâti permet d'infléchir la consommation (P4, P5). Par exemple, le remplacement d'ouvrants<sup>29</sup> mieux isolés favorise l'économie de l'énergie attribuée au chauffage.

Forme particulière du remplacement, nous remarquons que certains participants pratiquent des tâches de **substitution**. Ils ne remplacent pas un objet électrique par un autre mais par quelque chose d'une nature différente mais qui permet d'obtenir le même résultat. Il s'agit par exemple de substituer les appareils de chauffage par des vêtements chauds (P8), des actions électriques par des actions manuelles (P10) ou de privilégier la lumière naturelle à des éclairages (P8).

Si l'appareil est connecté à un réseau d'information, l'utilisateur peut décider de le **piloter** (P5) à distance ou d'automatiser une fonction.

Pour les appareils électriques qui sont actionnables et dans les cas où l'utilisateur a souscrit un contrat avec des périodes d'énergie moins chères, il peut être amené à vouloir **décaler** ses usages, c'est-à-dire les repousser dans le temps pour que l'action soit plus économique (P7).

Le choix d'un contrat énergétique adapté à ses besoins est effectivement un moyen de réduire le montant facturé. Quatre participants ont déclaré avoir fait le choix de **souscrire** à un nouveau contrat pour économiser de l'argent (P6, P7, P2) mais également pour privilégier une source énergétique renouvelable (P2, P3).

**Notifier** une information à un tiers, dans le but qu'il adopte des

gestes plus économes, est une action qui peut agir sur l'état d'un système. Par exemple, un usager peut notifier oralement ses découvertes à son conjoint ou à sa famille (P6, P8). Il peut utiliser un support d'information pour avertir d'un évènement énergétique particulier (P7) ou bien programmer un dispositif afin qu'il notifie automatiquement le dépassement du seuil d'une valeur (P5).

**Quels sont les facteurs qui déclenchent le besoin d'effectuer ces tâches ?**

#### **4.3.2.3. Facteurs déterminants**

Aucun des participants de l'étude ne déclare suivre avec assiduité l'évolution de ses dépenses énergétiques. Au contraire, le besoin d'accéder à ce type de données semble déclenché par des évènements ponctuels. Dans cette section nous présentons et catégorisons deux types de *facteurs déterminants* : *externes* et *internes*. Nos découvertes sont résumées dans le Tableau 5.

- Facteurs déterminants externes

Un *facteur déterminant externe* est un facteur lié au contexte dans lequel est situé l'usager. Nous détectons sept catégories : 1) les facteurs liés au bâti, 2) les facteurs liés à l'environnement géographique du foyer, 3) les facteurs liés à l'infrastructure électrique, 4) au statut d'occupation du logement, 5) aux interactions avec le fournisseur d'électricité, 6) à l'usage d'appareils électriques et 7) à l'impact d'un discours institutionnel.

- Facteurs liés au bâti

L'**accession au logement** est décrite par les participants comme une période propice à la recherche d'informations énergétiques (P3, P2, P6). En effet, cette période s'accompagne souvent de **travaux de rénovation** où la question de l'efficacité énergétique est soulevée (P1, P2, P4, P5, P6). À l'inverse, lorsque l'usager n'a pas la possibilité d'effectuer des travaux sur le bâtiment, parce qu'il est locataire, il va s'intéresser aux économies d'énergie sans action sur le bâti (P8).

- Facteurs liés à l'environnement géographique du foyer

Un logement, quel qu'il soit, est implanté sur un territoire et subit des variations climatiques. La **saison hivernale** est de fait une période où l'attention relative à sa consommation est particulièrement

Tableau 5 –  
Récapitulatif des  
facteurs déterminants  
découverts. Chaque  
référence est reliée  
au participant qui l'a  
évoquée.

Type	Facteurs	Sous Facteurs	Participants
Externes	Liés au bâti	Accession au logement	P2, P3, P6
		Travaux de rénovation	P1, P2, P4, P5, P6
		Impossibilité de réaliser des travaux	P8
	Lié à l'environnement	Saison hivernale	P2, P3, P5, P7
		Épisode de froid intense	P1, P3, P7
	Lié à l'infrastructure électrique	Dysfonctionnement,	P2, P5
		Relève du compteur par un agent	P1, P3
		Implantation anormale du compteur	P1, P3
	Lié au statut d'occupation du logement	Prêt ou location du logement	P1
		Augmentation du nombre d'habitant	P9
		Absence de tous les habitants	P2, P3, P4
		Absence d'un habitant	P5
	Lié au fournisseur d'énergie	Réception d'un courrier	P3, P4, P6, P9
		Montant facturation inhabituel	P1, P3, P7, P8
		Erreur de facturation	P1, P3
		Variation du tarif de l'électricité	P7
	Lié à l'usage d'appareils électriques	Fonctionnement anormal	P3, P8, P9
	Lié à un discours institutionnel	Annnonce incitant aux économies	P1, P5
	Internes	Expérience	Habitudes
Routine			P5
Anticiper évènement énergivores			P7
Valeurs		Familiale	P2, P5, P7, P10
		Esthétique	P1
Motivation		Économique	P2, P3, P4, P8, P10
		Environnementale	P2, P3, P5, P6
Sentiment		Confort lié au chauffage	P1, P2, P3, P6, P9
		...lié à l'éclairage	P2
		...lié au remplacement tache ménagère	P7, P10
		Confiance	P7

importante (P2, P3, P5, P7). Pour la même raison mais de manière plus ponctuelle, l'épisode de froid intense est également un facteur déterminant externe (P1, P3, P7).

- Facteurs liés à l'infrastructure électrique

L'infrastructure électrique (prises, câbles, tableaux électriques, compteurs) est souvent peu visible à l'intérieur du domicile. Un **système dysfonctionnel** (P5) est un facteur déterminant externe. Par exemple, il peut s'agir d'un tableau électrique qui disjoncte (P2), ou d'un opérateur qui vient pour effectuer une **action de relève** (P1, P3). De même, une **implantation anormale** du compteur peut déclencher le besoin de l'observer plus souvent (P1, P3).

- Facteurs liés au statut d'occupation du logement

Généralement, le nombre de personnes présentes dans le foyer ne varie pas beaucoup. Les usages des occupants sont habituels et, de fait, le profil de consommation électrique, hors chauffage, varie très peu. En revanche, quand le statut d'occupation du logement est modifié, cela déclenche, pour les participants de l'étude, le besoin de vérifier leur montant de consommation électrique. Une modification du statut du logement peut être une période de **prêt du logement** (P1), **d'augmentation temporaire du nombre de personnes vivant dans le logement** (P9), **de période d'absence du foyer de tous les habitants** (P2, P3, P4) **ou d'un seul de ses membres** (P5).

- Facteurs liés aux interactions avec le fournisseur d'électricité

Les fournisseurs d'énergie transmettent des informations à leurs clients. Le moment de la **réception d'un message** (facture, échéancier, notification,) est un *facteur déterminant externe* important (P3, P4, P6, P9). La constatation d'un **montant inhabituel** (P1, P3, P7, P8), tout comme une **erreur de facturation** déclenche également un fort besoin d'informations complémentaires (P1, P3). Lorsque le contrat prévoit une variation du tarif de l'énergie (périodes heures creuses ou journées EJP), les participants concernés sont plus attentifs à leur consommation (P7).

- Facteurs liés à l'usage d'appareils électriques

La détection du fonctionnement anormal d'un objet électrique est un facteur déterminant pour les participants P3, P8 et P9. Le fonctionnement est jugé anormal lorsque **l'effet attendu n'est pas perçu** comme, par exemple, un radiateur qui ne chauffe pas assez (P3,

P8) ou lorsque l'appareil fait un bruit excessif (P9).

- Facteurs liés à l'impact d'un discours institutionnel

« [...] On entend tellement parler d'énergie à la télé qu'on se dit : et moi, qu'est-ce que je consomme, comment je me comporte ? » (Participant P5)

Contrairement aux autres, ce type de *facteur déterminant* est ni un événement, ni le témoignage d'une situation anormale. Les énergéticiens ont une obligation légale d'inciter les usagers à faire des économies d'énergie. Ces **messages** ne déclenchent pas un besoin ponctuel d'information mais favorisent une prise de conscience profonde (P1, P5).

- Facteurs déterminants internes

Un *facteur déterminant interne* correspond à la sphère personnelle de l'utilisateur. Son expérience, ses valeurs, ses motivations, ses sentiments et ses facultés peuvent déclencher le besoin d'accéder à une information.

- Expérience

L'utilisateur acquiert des connaissances sur sa consommation en étant confronté à elle sur une période plus ou moins longue. Les participants développent avec le temps des **habitudes** basées sur la **régularité de leurs usages** (P2), leur **routine** (P5). Cette habitude permet à l'utilisateur d'identifier ce qu'est une consommation normale par rapport à ses besoins.

« Même si je n'ai pas l'information en avance, je peux le deviner. S'il fait froid, c'est sûr que l'on va être en EJP. Sauf en fin de saison (l'EJP n'est actif que l'hiver) au mois de mars par exemple, même s'il fait doux, on doit 22 jours EJP donc on y sera les jours restants. Là il reste 11 jours. Même s'il ne fait plus froid, on sait qu'il nous restera 11 jours EJP » (Participant P7)

Fort de cette expérience, le participant P7 déclare arriver à **anticiper des événements** « anormaux » parce qu'il a l'habitude de les détecter.

- Valeurs

Chaque usager a des croyances ou valeurs qui l'orientent vers des objectifs souhaitables (Roccas et al. 2002). Au cours des entretiens nous avons identifié les **valeurs familiales**, comme des déterminants forts de l'appréciation de la consommation électrique. Les participants dont les parents leur ont appris à ne pas gaspiller l'électricité (par exemple en ne laissant pas les lumières allumées) ont tendance à conserver ce comportement à l'âge adulte (P5, P7, P10). Au contraire, un enfant qui a grandi dans un foyer où l'électricité n'était pas économisée, aura tendance à ne pas s'en soucier à l'âge adulte (P2). Une **valeur esthétique** peut également être un facteur déterminant comme nous l'indique le participant P1. En effet, ce dernier n'apprécie pas du tout l'aspect « fonctionnel » de son compteur électrique et décide de « l'améliorer » et le peignant et en le décorant.

- Motivations

Les motivations représentent une troisième catégorie de déterminants internes. Il s'agit des raisons qui poussent quelqu'un à agir. Au cours des entretiens, la **motivation économique** est la plus citée (P2, P3, P4, P7, P8, P10). Lorsque l'utilisateur se rend compte que le coût de l'énergie impacte ses finances, il décide généralement de réaliser des économies.

Les participants P2, P3 et P6 déclarent être sensibles à l'impact de leur consommation sur l'**environnement**. Cette motivation déclenche chez eux le besoin d'agir pour tenter de le préserver. Les motivations économiques et environnementales cohabitent pour les participants P2 et P3. Dans un cas, la motivation économique est jugée plus importante que la motivation environnementale (P2). A l'inverse, la motivation environnementale est le déclencheur principal pour le participant P3.

- Sentiments

La dimension affective représente également un facteur déterminant interne important. Le besoin d'assurer un **bon niveau de confort**, le **sentiment de bien-être**, est une préoccupation importante pour les participants. Il peut s'agir d'un confort lié au chauffage (P1, P2, P3, P6, P9), à l'éclairage (P2) ou le confort lié au remplacement de tâches ménagères (P7, P10).

Bien qu'il existe, en principe, un sentiment de confiance entre le fournisseur et son client (P7), ce dernier peut se trouver dans

l'impossibilité de vérifier les informations qui lui sont transmises et ainsi développer un **sentiment de méfiance** vis-à-vis de lui. Le consommateur s'interroge sur le montant de la facturation (P1, P3), sur l'origine « verte » de l'énergie (P2, P3) ou sur des normes qu'il ne peut pas vérifier comme l'efficacité annoncée de certains appareils électriques (P2, P7).

- *Facultés*

L'aptitude particulière de l'utilisateur peut également être un *facteur déterminant interne*. Certains participants nous expliquent être de nature curieuse (P1, P5) ou avoir le goût de la découverte. De telles facultés déclenchent chez eux le désir d'agir pour tenter d'expliquer le phénomène électrique.

**En conclusion**, nous découvrons, grâce aux entretiens que nous avons menés avec les participants, que leurs pratiques d'accès aux informations sont fortement liées à des *facteurs déterminants externes et internes*.

Les *facteurs déterminants externes* agissent comme des *déclencheurs* et correspondent généralement à un ou plusieurs événements provoquant un changement d'état d'un système comme l'aménagement dans un nouveau logement, la réalisation de travaux ou la modification du nombre d'habitant. Ce changement d'état peut aussi être provoqué par une situation particulière et temporaire comme la dégradation des conditions climatiques, des pannes sur l'infrastructure électrique ou le dysfonctionnement du réseau. Une ou deux fois par an, la réception d'informations en provenance du fournisseur réactive, temporairement, la conscience énergétique et la vigilance des participants. Seuls les facteurs liés à l'impact des discours institutionnels ne traduisent pas un changement de l'état d'un système. Toutefois, ces discours répétés de manière soutenue sont capables, aux dires de deux participants, de les motiver à effectuer des économies d'énergie. Si les événements externes sont des déclencheurs, les participants font également appel à des *facteurs déterminants internes* pour agir. Ils s'appuient sur leur expérience, leurs valeurs personnelles, leurs motivations, leurs sentiments ou encore leurs facultés.

Les catégories de facteurs déterminants que nous avons dressées dans cette section ne reflètent que les entretiens que nous avons eus avec dix participants. Il en va de même pour les tâches et les instruments que nous avons présentés précédemment. Toutefois la description de ces

éléments nous permet d'expliquer comment ils s'articulent ensemble et forment de véritables stratégies d'accès aux informations.

### 4.3.3. Stratégies développées par les participants pour répondre à leurs besoins

Les participants créent des stratégies car ils souhaitent 1) atteindre un objectif précis. Nous identifions quatre différents objectifs sur l'ensemble du corpus (Tableau 6). Nous observons ensuite la manière dont les facteurs déterminants externes et internes, les tâches réalisées et les instruments utilisés s'articulent entre eux chronologiquement et les nommons, 2) stratégies.

#### 4.3.3.1 Buts impliquant la mise en place d'une stratégie

Buts impliquant la mise en place d'une stratégie	Participants
Situer sa consommation par rapport à une norme	<b>P3</b> , P4, P6, P7, P8, P9, P10
Contrôler les informations envoyées par le fournisseur	<b>P1</b> , P3, P9
Détecter des zones d'actions pour réaliser des économies	P1, P3, <b>P5</b>
Réguler la consommation pendant une période particulière	<b>P7</b>

Tableau 6 – Buts identifiés suite à l'analyse des déclarations des participants. Elles sont ordonnées par nombre de citations. Les éléments en **gras** correspondent aux exemples détaillés dans ce chapitre.

- [Situer sa consommation par rapport à une norme](#)

Nous remarquons que la plupart des participants tente d'atteindre les mêmes objectifs. Le plus récurrent est celui de **pouvoir situer sa consommation par rapport à une norme**. Cet objectif est évoqué par sept d'entre eux (P3, P4, P6, P7, P8, P9, P10). Les participants cherchent à déterminer quel est le niveau de consommation normal par rapport à leur besoin. Il s'agit de l'exemple de stratégie du participant P3.

- [Contrôler les informations envoyées par le fournisseur](#)

Un sentiment de méfiance (*facteur déterminant interne*) pousse trois participants (P1, P3, P9) à vouloir **contrôler les informations envoyées par leurs fournisseurs**. Ils cherchent alors à effectuer des mesures par leurs propres moyens afin de pouvoir les comparer. Nous

prenons pour exemple le cas du participant P1.

- [Détecter des zones d'actions pour réaliser des économies](#)

Nous remarquons que quatre participants (P1, P2, P3, P7) désirent obtenir des informations désagrégées afin de pouvoir évaluer la consommation de façon plus ciblée. Ils sont généralement **désireux de réaliser des économies mais ne savent pas détecter les appareils les plus propices**. La stratégie développée par le participant P5 illustre parfaitement ce cas.

- [Réguler la consommation pendant une période particulière](#)

Pour le participant souscripteur du contrat au prix d'énergie est variable (P7), nous observons qu'il est attentif à sa consommation et **la régule la plus possible sur ces périodes**. Le participant P7 est le seul représentant de cette catégorie.

#### **[4.3.3.2. Des stratégies limitées dans le temps](#)**

Nous inscrivons chacun des exemples cités précédemment dans une chronologie que nous séquençons suivant des évènements particuliers. Nous détaillons l'articulation existant entre les descripteurs pour chaque séquence temporelle obtenue. Nous accompagnons nos descriptions de diagrammes qui schématisent ces articulations entre les descripteurs et mettent en évidence la chronologie particulière des stratégies.



- P3 : Une stratégie pour situer sa consommation par rapport à une norme

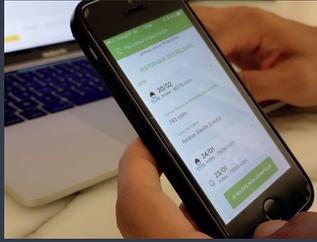
L'arrivée dans un nouveau logement, *a fortiori* lorsqu'il s'agit du premier, engendre des pertes de repères. Le participant P3 nous relate la stratégie qu'il a construite pour arriver à situer sa consommation par rapport à une norme, c'est-à-dire à bâtir un référentiel énergétique (Figure 32).

1. Séquence 1 : Fraîchement arrivé dans son nouveau logement, le participant a eu à choisir un fournisseur d'électricité. Avant de souscrire, il consulte différentes offres pour connaître le coût du kWh (187). Il décide finalement de conserver le même fournisseur que la précédente locataire pour éviter de payer des frais de dossier et parce que ce dernier propose un tarif plus avantageux.
2. Séquence 2 : Le participant n'a aucune idée de la quantité d'énergie dont il a besoin. Il trouve néanmoins suspecte l'estimation qui lui est proposée. Selon lui, le fournisseur se serait uniquement basé sur les derniers mois de consommation pour établir l'estimation de l'année suivante. Or, il s'agissait de la période hivernale. Ce participant possède des radiateurs électriques. Sa consommation était beaucoup plus importante à cette saison. À la fin de l'année, il compare la prévision effectuée par le fournisseur d'énergie et le résultat réel de sa consommation. Il calcule une différence, en sa faveur, de 2268 kWh.
3. Séquence 3 : Depuis cet évènement, ce participant consulte son compteur électrique, plusieurs fois par an, pour effectuer des relèves d'index et pour évaluer la consommation de certains objets électriques. Cet instrument de feedback n'est pas situé dans son appartement mais dans un local à l'entrée de son immeuble.
4. Séquence 4 : Pour mémoriser ses index, il utilise l'appareil photo de son smartphone. Cet instrument lui permet de garder une trace et d'horodater l'index. Il a besoin de consulter l'index à peu près 4 fois par an pour se situer par rapport à la valeur prévisionnelle : au début et à la fin de l'hiver et au début et à la fin de l'été. En consultant les précédentes photos à la même période il est capable de déterminer s'il consomme plus, normalement ou moins.

Le participant P3 déclare avoir « réussi à bien se régler sur ses consommations ». Il a appris à situer sa consommation globale à différents moments de l'année et à interpréter le mouvement du disque pour des usages plus ciblés. Il connaît le montant normal de sa facture énergétique et nous explique faire moins attention à sa consommation et moins utiliser les outils de feedback. En revanche, il va contrôler ses archives photos, dès qu'il détecte un montant anormal, pour trouver une explication ou envoyer une réclamation.

Il s'agit d'une **stratégie d'apprentissage** qui a permis au participant de comprendre le niveau de sa consommation. Son activité a été très importante durant la première année dans son nouveau logement mais elle se résume aujourd'hui à un simple contrôle deux fois par an.

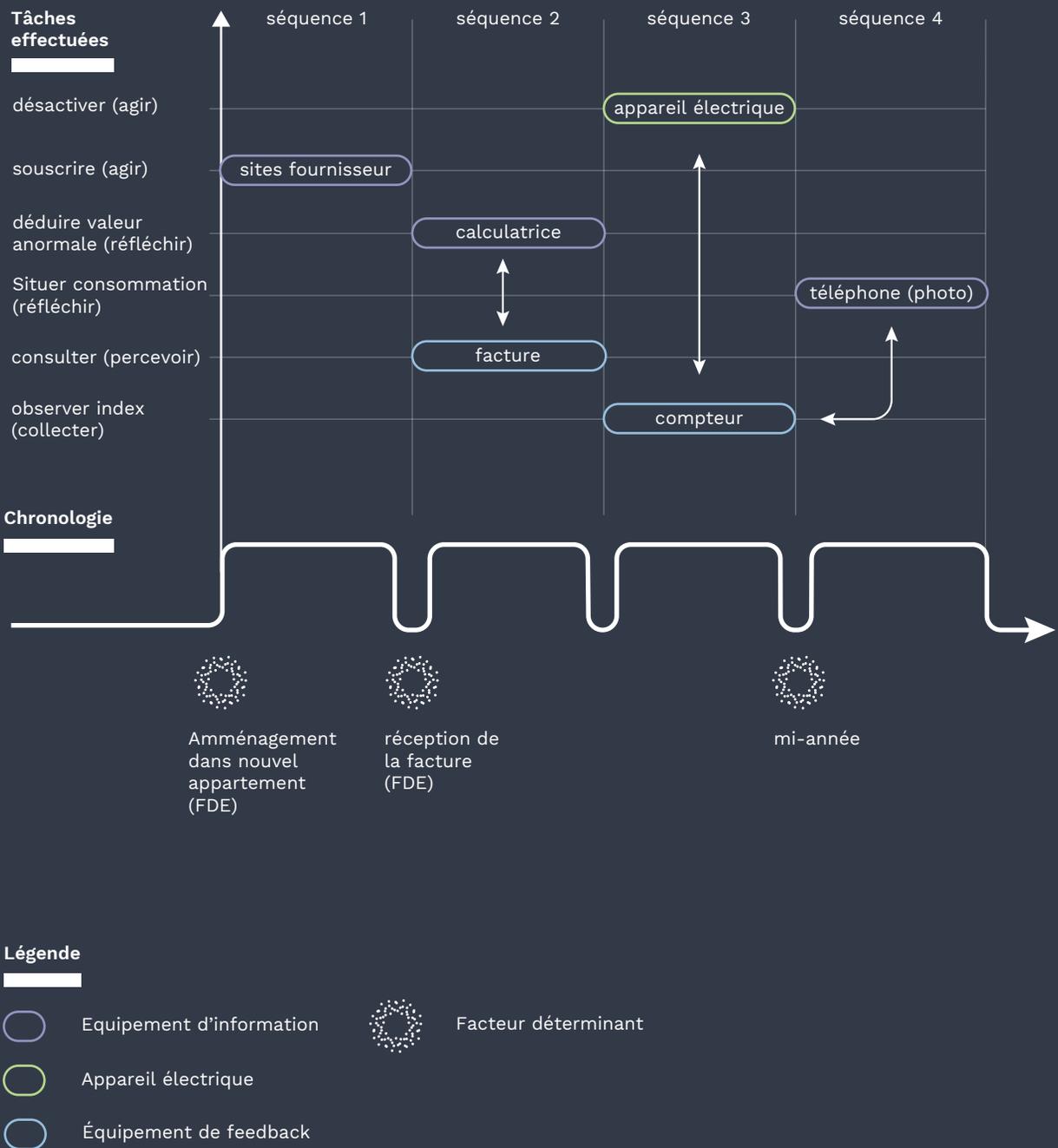
facture



téléphone (photo)



Figure 32 – Représentation graphique de la stratégie du participant P3. La chronologie est représentée en abscisse, elle est ponctuée par les facteurs déterminants externes et/ou internes. Les tâches sont placées en ordonnée. L'articulation entre les instruments utilisés est soulignée par les flèches.



- P1 : Une stratégie périodique et fragmentée pour contrôler les informations reçues

Le participant P1 a besoin de contrôler les informations qui lui sont envoyées par son fournisseur d'énergie. Ce besoin a été initié par une erreur de facturation causée par une erreur de relève de l'index du compteur. Depuis cet événement, le participant nourrit un sentiment de méfiance vis-à-vis des informations qui lui sont communiquées. Afin de s'assurer de la justesse des informations qui lui sont communiquées, il a construit une stratégie de **régulation des situations anormales** qui se déroule sur deux périodes distinctes, qui se répètent chaque année (Figure 33).

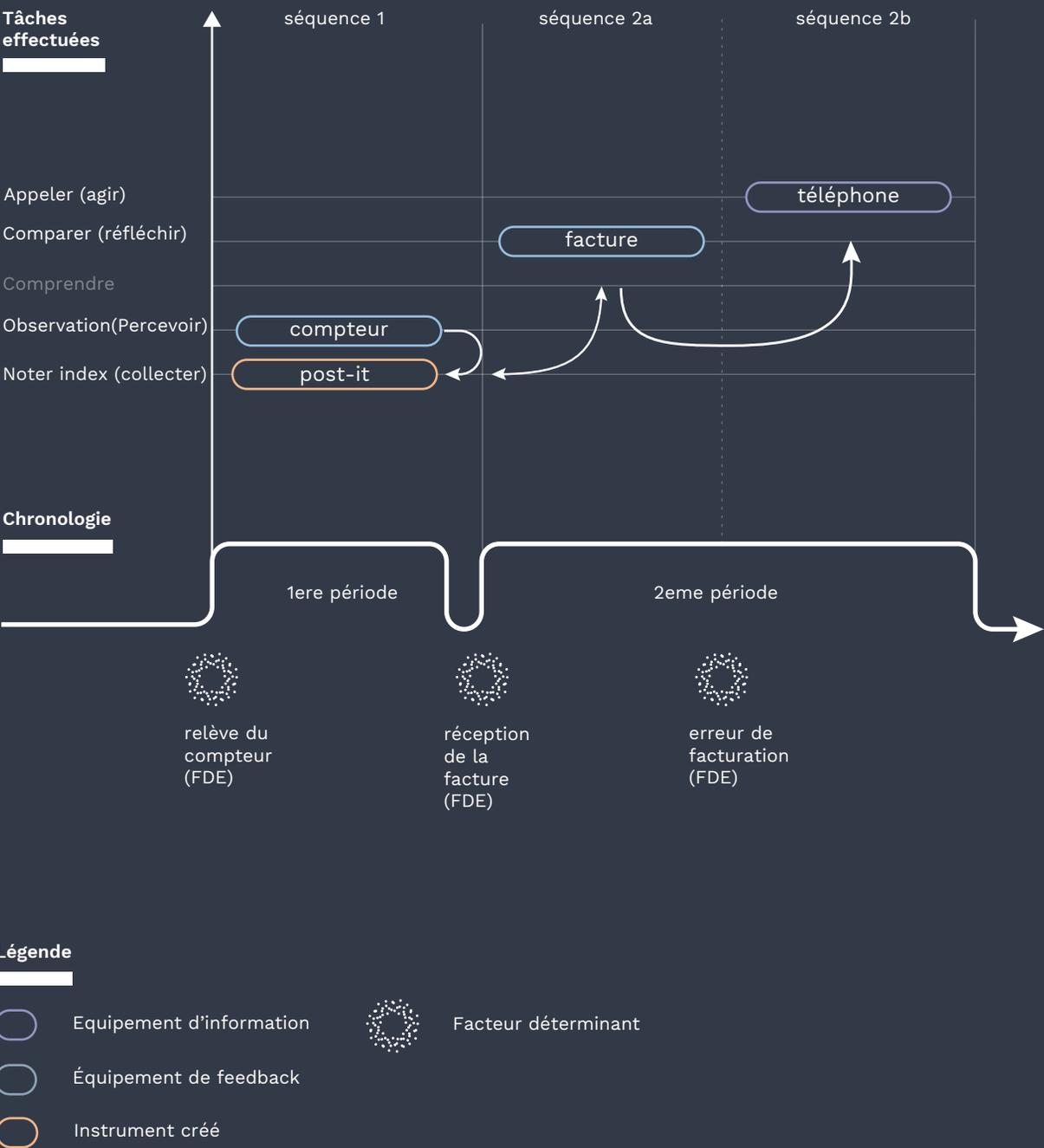
- Séquence 1: Lors de la venue du technicien pour effectuer une relève de l'index sur le compteur, le participant nous indique faire sa propre collecte de données. Pour cela, il utilise simplement un post-it sur lequel il note la référence puis la conserve soigneusement.
- Séquence 2a: Quelques mois plus tard, le participant reçoit la facture et le prévisionnel de consommation basé sur la dernière relève. Pour vérifier si l'index présent sur la facture est identique à celui qu'il a relevé, il va alors procéder à leurs comparaisons, en collant le post-it sur sa facture.
- Séquence 2b: Si les deux valeurs sont identiques, le participant rangera sa facture et mettra fin à sa stratégie. Dans le cas contraire, il agira en appelant directement son fournisseur d'énergie pour lui signaler une erreur et éviter de payer une facture trop élevée.

Il s'agit dans ce cas d'une **stratégie périodique et fragmentée**. Cette stratégie est dite périodique parce qu'elle se répète à intervalles réguliers, en l'occurrence chaque année et fragmentée, car elle se déroule à deux moments précis de l'année. Cette stratégie implique l'utilisation de trois instruments différents, deux instruments de feedbacks (compteur, facture) et un instrument créé (post-it).

compteur



Figure 33 - Représentation graphique de la stratégie du participant P1. La chronologie est représentée en abscisse, elle est ponctuée par les facteurs déterminants externes et/ou internes. Les tâches sont placées en ordonnée. L'articulation entre les instruments utilisés est soulignée par les flèches.



- P5 : Une stratégie exploratoire, unique et itérative pour pouvoir faire des économies

Toutes les stratégies ne sont pas nécessairement déclenchées par des déterminants externes. Pour le participant P5, c'est également **une stratégie d'apprentissage** qui a motivé son désir de collecter, de comprendre, de réfléchir et d'agir. Notons également que cette curiosité est associée à des compétences techniques importantes qui lui ont permis de créer les instruments les plus aboutis de ce corpus (Figure 34).

- Séquence 1 : Le participant a le désir de mesurer la consommation de ses appareils électriques pour connaître leur consommation. Il s'équipe de prises pilotables qu'il intercale entre le réseau électrique et les appareils de son choix.
- Séquence 2 : Le participant utilise les données obtenues grâce aux prises pour visualiser la consommation des appareils branchés. Il consulte ces informations sur un logiciel qu'il a lui-même conçu.
- Séquence 3 : Ces informations lui permettent d'analyser la consommation de certains appareils. Le participant identifie que son réfrigérateur consomme beaucoup alors qu'il ne produit aucun bruit. S'en suit alors une phase de déduction des causes probables de la consommation de cet appareil. Ce n'est qu'après différentes recherches que le participant découvre que le mode dégivrage correspond à un moment de fort appel d'électricité.
- Séquence 4a : Grâce à ses mesures, et à ses observations, le participant décide d'agir pour réguler son réfrigérateur qu'il estime être trop consommateur et sur lequel il pense avoir une capacité d'action importante. Il remarque que l'ouverture fréquente de la porte implique une relance du moteur et décide donc de limiter ce comportement en le rendant visible. Pour cela, le participant crée un programme qui notifiera l'ouverture du réfrigérateur par le clignotement d'une lampe.
- Séquence 4b : Le participant décide de faire évoluer sa création quelques temps après quoi il la juge inefficace. Il choisit que soit notifiée, à lui et à son conjoint, une ouverture trop longue du frigo et ceci par l'envoi automatique d'un message par courriel.
- Séquence 4c : Enfin, cette seconde itération lasse le couple de participants. Ils n'ont plus envie d'être notifiés car ils connaissent désormais, à la fois, le mode de fonctionnement de leur réfrigérateur et leur capacité réelle d'action pour en réduire la consommation. Ils restent toutefois désireux d'être informés de la consommation de leur foyer et conçoivent une nouvelle physicalisation dont le changement de lumière les avertit du dépassement d'un seuil critique de consommation.

La stratégie que ce participant a mis en place s'écoule sur plusieurs mois et est **unique et itérative**. À la différence des précédentes stratégies présentées, celle-ci ne se répète pas dans le temps. Elle est *unique*. Cette stratégie est également *itérative* car le participant a plusieurs fois décidé de faire évoluer ses notifications. Enfin, cette stratégie permet au participant d'évaluer sa capacité d'action pour réaliser des économies d'électricité.

prise pilot.

logiciel

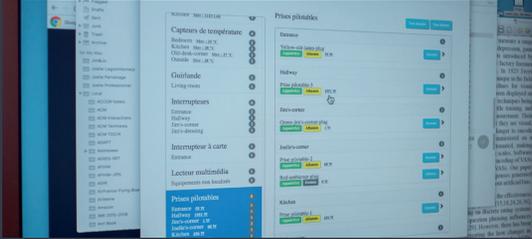
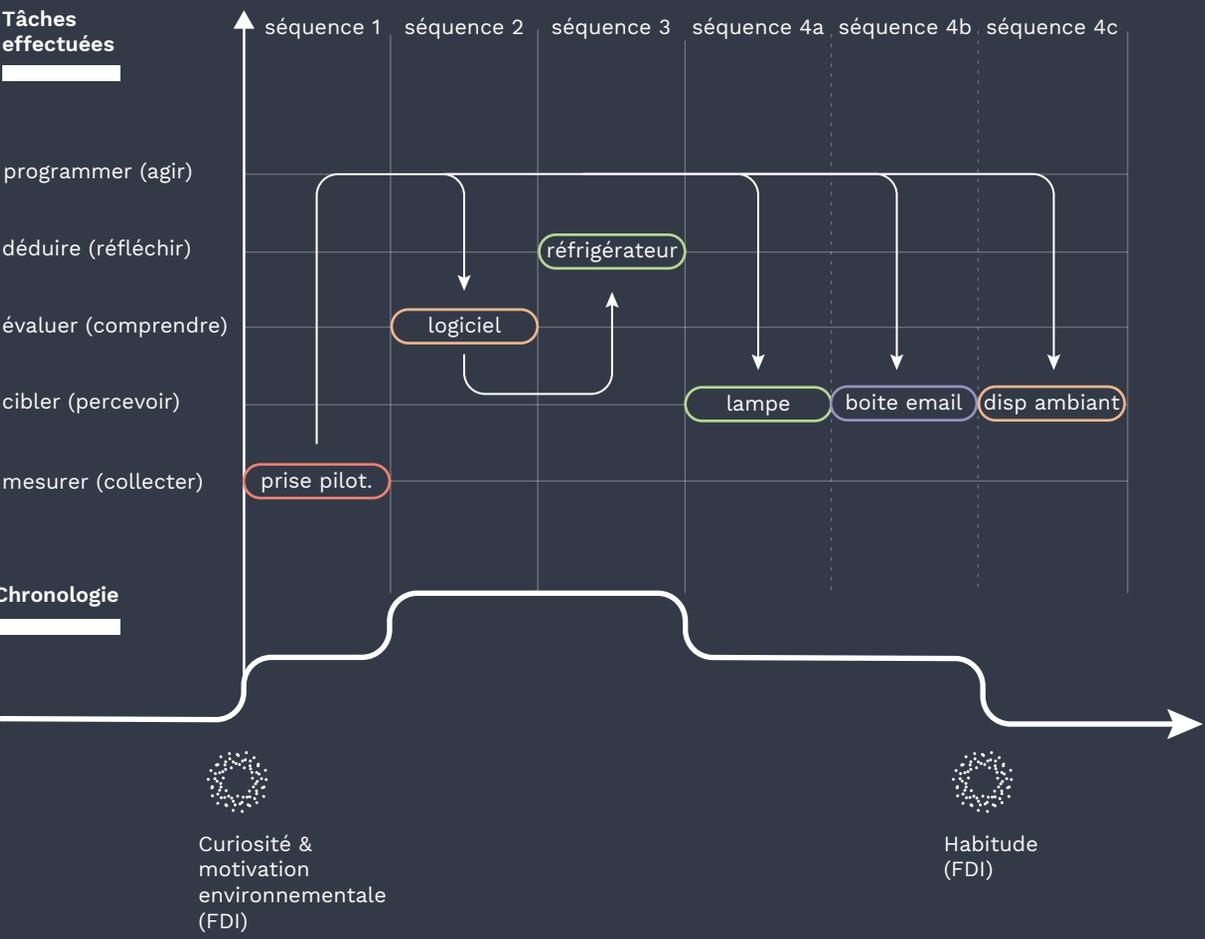


Figure 34 - Représentation graphique de la stratégie du participant P5. La chronologie est représentée en abscisse, elle est ponctuée par les facteurs déterminants externes et/ou internes. Les tâches sont placées en ordonnée. L'articulation entre les instruments utilisés est soulignée par les flèches.



Légende

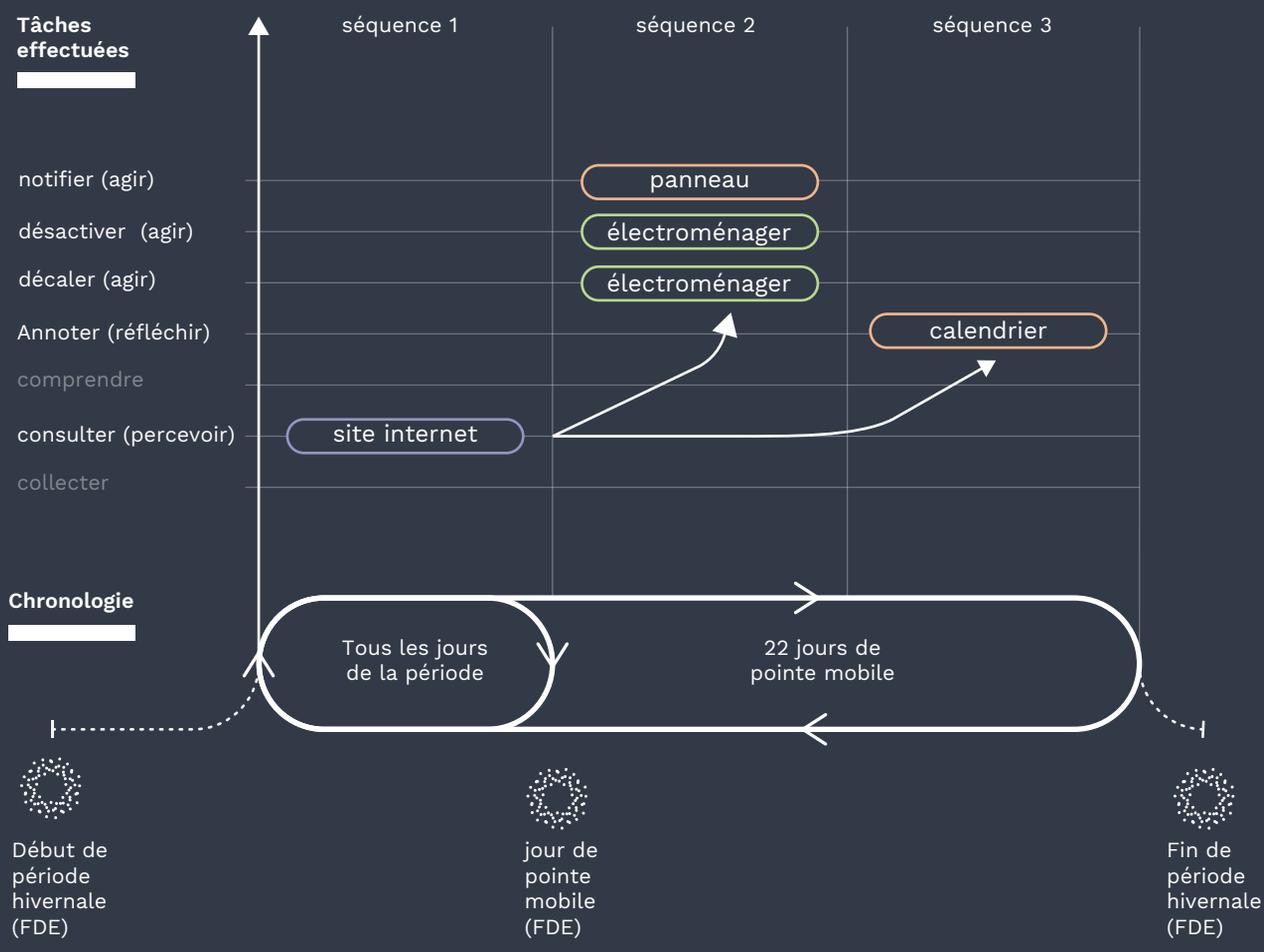
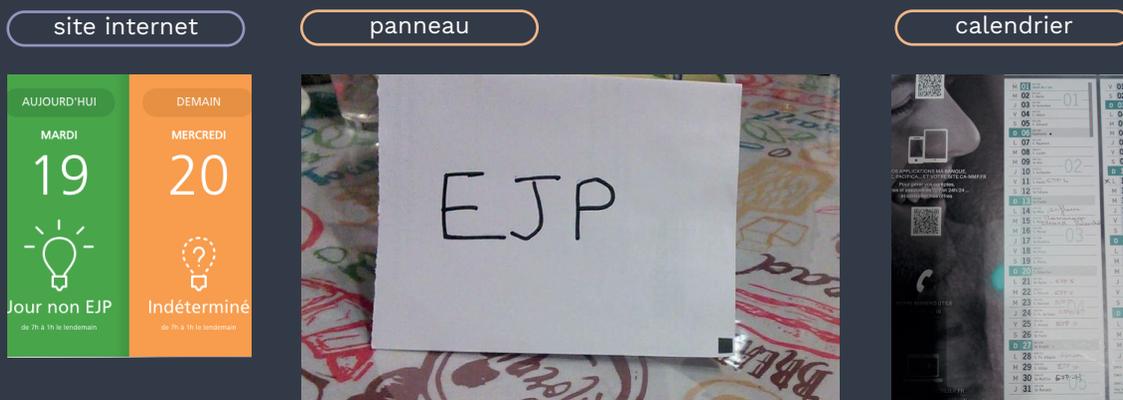
- Equipement d'information
- Appareil électrique
- Instrument créé
- terminal électrique
- Facteur déterminant

- P7 : Une stratégie pour réguler la consommation pendant une période particulière

Il y a plus de 10 ans, en raison d'une activité professionnelle énergivore, le participant n°7 a décidé de souscrire à un contrat électrique de type EJP. Cette souscription assure un tarif avantageux de l'électricité (0,1424 € le kWh) sauf pendant 22 jours répartis sur toute la période hivernale. Pendant ces 22 jours, appelés « *jour de pointe mobile* » le tarif de l'électricité augmente fortement. Donc, pour éviter de payer trop cher pendant cette période, le participant a élaboré une stratégie de régulation de ses consommations (Figure 35).

- Séquence 1 : La vigilance du participant débute pendant la période hivernale. Il sait qu'un total de 22 jours sera majoré sur cette période. Pour les anticiper, il a besoin d'être averti la veille mais sait, par expérience, que les jours majorés apparaissent lors de vagues de froid intenses. Il a pourtant besoin d'avoir une confirmation via son fournisseur d'énergie, qu'il obtient via une tablette et un accès à Internet.
- Séquence 2 : Si le lendemain est un « *jour de pointe mobile* » il effectue trois tâches d'action. Premièrement, il la notifie aux autres occupants du foyer à l'aide d'un panneau posé en évidence sur la table de la cuisine. Cette notification a pour but de les inciter à limiter leurs usages électriques pour la journée. Deuxièmement, il va choisir de désactiver tous les appareils dont il peut se passer. Il ne s'agit pas de tout couper mais plutôt de faire un compromis sur certains usages, afin de conserver un minimum de confort. Enfin, il choisit de décaler l'usage de certains appareils à un jour ultérieur. C'est le cas par exemple de la machine à laver le linge.
- Séquence 3 : Pour l'aider à mémoriser le nombre de *jours de pointe mobile*, le participant les note sur un grand calendrier présent dans la cuisine. Grâce à cet instrument, il peut calculer le nombre de jours restants jusqu'à la fin de la période. Bien qu'il puisse obtenir les mêmes informations via un site Internet dédié, il nous indique préférer cette méthode car elle correspond à ses habitudes.

Il s'agit d'une stratégie exécutée pour **réguler une situation anormale** qui n'est employée que pendant une certaine période de l'année. En revanche, il s'agit d'une activité quotidienne qui demande l'emploi de 3 instruments (un instrument d'information et deux instruments créés) et l'action sur les appareils électriques du foyer. Les tâches de prise ou de notification d'information se déroulent toujours dans la même pièce, car l'action se déroule pendant le petit déjeuner.



- Légende**
- Equipement d'information
  - Appareil électrique
  - Instrument créé
  - ⊙ Facteur déterminant

Figure 35 - Représentation graphique de la stratégie du participant P7. La chronologie est représentée en abscisse, elle est ponctuée par les facteurs déterminants externes et/ou internes. Les tâches sont placées en ordonnée. L'articulation entre les instruments utilisés est soulignée par les flèches.

**En conclusion**, nous constatons que les participants exécutent des stratégies lorsqu'ils désirent **apprendre** quelque chose à propos de leurs consommations (situer leur consommation par rapport à une norme (P3), détecter les zones d'action pour réaliser des économies(P5)) ou lorsqu'ils souhaitent **réguler** une situation anormale (contrôler les informations envoyées par le fournisseur (P1) et réguler la consommation pendant une période particulière (P7)).

#### **4.4. Quelles sont les limites et les besoins exprimés par les participants ?**

Au cours des entretiens, 1) les participants expriment avoir des difficultés à obtenir des informations énergétiques et 2) évoquent des besoins pour lesquels il n'existe actuellement aucune solution. Nous présentons ces deux aspects dans cette partie.

##### **4.4.1. Méthode d'analyse**

Nous avons extrait ces deux types de données en analysant les transcriptions des interviews (entretiens semis-directifs et observations). Chaque fois qu'un participant déclare éprouver une difficulté pour accéder à une information ou pour agir sur ses consommations, nous le codons avec le label *limites*. De la même façon, chaque fois qu'un participant exprime avoir le souhait d'accéder à une information, ou de vouloir agir sur ses consommations, nous le codons avec le label *besoins*.

Pour le groupe *limites*, nous décrivons quels sont les **instruments** concernés et quelles sont les **raisons** qui expliquent l'impossibilité du participant à accéder ou à agir. Par exemple, le participant P9 déclare :

*« On peut demander à faire débrancher le compteur pour ne payer que l'abonnement quand nous ne sommes pas là. Mais le problème quand je reviens [de vacances] ils mettent plus d'une semaine à le rebrancher. » (Participant P9)*

Dans cet extrait, le participant exprime le désir de désactiver son compteur électrique pendant un période d'absence mais ne le fait pas à cause de délais techniques trop longs.

En ce qui concerne le groupe *besoins*, nous décrivons également quels

sont les **instruments** concernées (ce n'est pas tout le temps le cas) et quelle est la **nature** du besoin décrit. A titre d'exemple, le participant P1 déclare :

*« Ça m'intéresserait vraiment d'avoir [...] une application qui permet de détailler ce qui consomme beaucoup parce que ce radiateur il consomme peut-être beaucoup mais je n'ai pas l'impression qu'il ne consomme pour rien parce qu'il chauffe bien ma pièce. » (Participant P1)*

Dans cet extrait, le participant exprime très clairement un besoin de désagréger sa consommation globale pour ne filtrer que les appareils qu'il juge les plus consommateurs. Il imagine pouvoir accéder à ce type d'information via une application mobile.

#### **4.4.2. Limites**

Nous avons comptabilisé des *limites* 27 fois dans l'ensemble du corpus. À l'exception du participant P4, tous les autres en ont déclarées.

Nous identifions six types de limites : 1) le manque de signifiante des instruments de feedback envoyés par le fournisseur, 2) le manque de dialogue avec le fournisseur, 3) le faible rayon d'action pour agir sur les consommations, 4) l'impossibilité matérielle d'accéder aux informations, 5) le manque de compétence des participants, 6) le sentiment d'être saturé d'informations.

##### **4.4.2.1. Des instruments de feedback non-signifiants pour les participants**

Comme nous l'avons vu dans le précédent chapitre, les fournisseurs d'électricité communiquent des informations à leur client via des dispositifs de feedback dédiés. Nous avons remarqué que certains participants s'en emparent pour mieux comprendre leurs consommations. Le participant P1 qui annote ses factures dans le but de mieux relier les informations avec ses usages, en est un exemple. De manière globale, les participants reprochent à ces dispositifs un manque de clarté. Ils ne sont pas signifiants pour eux.

Tout d'abord, le **compteur électrique** cristallise un certain nombre de critiques. Selon le participant P2, « le compteur est un objet au service du fournisseur d'énergie et non de l'utilisateur ». Ce dispositif est tellement peu signifiant que le participant s'interroge même de sa présence dans

son appartement. Au contraire, le participant P6 pense que cet objet peut apporter des informations mais son éloignement du domicile en limiterait la consultation. Dans des situations où le compteur électrique est placé dans le domicile et est observé par les participants, **son interface** (exemple du compteur linky) est **jugée peu intuitive** (P5).

*« Ça c'est le mien. [Le participant désigne son compteur électrique]. Il y a deux boutons, plus et moins. Mon usage est nul parce que je n'y comprends rien. Il a été installé il y a 3-4 mois. 4262 kWh base, après base nom du contrat, on peut espérer que le nom du contrat c'est base. Toujours, je reviens au même truc, là j'ai une étoile et je ne sais pas ce que ça veut dire. Alors 1515 vA, volt-ampère, puis app « soutir » ... Non mais ils se foutent du monde. Puis appliquer « soutir » ... sortir ils veulent dire ? je ne sais pas. » (Participant P5)*

Le petit écran du **Linky** n'offre pas une capacité d'affichage importante, les noms des différents onglets sont tronqués et les informations lapidaires. Dans ce contexte, difficile pour un usager non-expert dans le domaine énergétique de les comprendre. Le participant P5 qualifie ce mode d'affichage « *d'opaque et sans réelle transparence* ».

Nous retrouvons une critique analogue en ce qui concerne les lettres envoyées par le fournisseur d'énergie. Que ce soient des factures, bilans ou lettres de régulation, les participants P6 et P7 mettent en avant des **méthodes de calcul trop compliquées** pour être comprises par eux. De plus, ces informations sont généralement accompagnées de **textes juridiques abscons** (P10). Les participants jugent cette complexité comme un manque de pédagogie et nourrissent un sentiment de méfiance à l'égard de leur fournisseur d'électricité.

*« [...] Une facture d'électricité c'est incompréhensible. C'est pour ça aussi que ça décourage. [Le participant se saisit de sa dernière facture] Non mais là c'est quand même magique, à peine le classeur des factures ouvert et je tombe sur un courrier d'EDF qui fait la preuve que c'est incompréhensible [...] Quand ils envoient ça, ils pensent sincèrement que les gens comprennent quelque chose ? » (Participant P10)*

Le lissage des mensualisations offre l'avantage d'homogénéiser le coût sur une année. Cela évite, en outre, d'avoir à régler des montants importants pour la période hivernale. Toutefois, ce

système peut limiter la compréhension de ces consommations. En effet, le participant P10 déclare ne plus être attentif à ses relevés car leurs montants, lissés sur un an, ne sont **pas révélateurs des usages électriques** du mois passé.

Également, le participant P8 déclare ne pas comprendre la répartition et l'utilisation de ses heures creuses (HC) sur son bilan annuel. Il n'arrive pas à identifier, précisément, les périodes.

De manière générale, les dispositifs de feedback proposés par les énergéticiens ne sont pas suffisamment signifiants pour les participants. Ils sont jugés trop experts dans la manière de s'adresser à eux et de présenter des informations et trop en décalage avec les rythmes de la vie domestique.

#### 4.4.2.2. Un dialogue avec le fournisseur, difficile

Ces dispositifs d'information servent également à créer un lien entre le fournisseur et son client, entretenu par un dialogue régulier. Toutefois, nous observons que certains participants déclarent que des **difficultés de dialogue** ont limité leur volonté d'accéder ou d'agir.

Un délai **d'intervention technique excessivement long** est considéré, par le participant P9, comme un dialogue peu efficace. Il cite son désir de faire désactiver son compteur pendant une longue période d'absence, dans le but d'éviter de payer son abonnement. Il se résigne finalement à cause des délais proposés par l'équipe technique.

**La migration progressive de tous les documents papiers vers des versions dématérialisées** a tendance à freiner la prise d'information des usagers. Malgré les arguments écologiques invoquées, ces documents demandent un effort plus important pour y accéder.

Certains participants consentent à faire un effort en faveur de la **préservation environnementale** en souscrivant à des « *contrats verts* ». Ces derniers promettent l'utilisation d'électricité renouvelable (solaire, éolien, hydraulique). Le participant P3, attentif à cette offre, y a souscrit depuis plus de deux ans. Il déplore toutefois n'avoir **jamais reçu de feedback sur cet engagement**. Il n'arrive pas à estimer l'impact de son effort.

#### 4.4.2.3. Un rayon d'action, perçu comme limité

Pendant la lecture attentive de son bilan, le participant P10 découvre

que la part de ses consommations ne représente quasiment que la moitié de sa facture. Il comprend que, malgré ses efforts, il ne parviendra pas à réaliser des économies importantes. Les coûts incompressibles de l'abonnement ou des différentes taxes, ont alors tendance à refréner sa volonté d'action.

*« [...] C'est adressé [le bilan papier] à un consommateur qui a une consommation de 70€ et qui va payer 138,83€. Ce qu'il consomme ne représente même pas la moitié de ce qui lui est facturé [...] Il y a plein d'incompressibles et c'est décourageant, pourquoi économiser sur 70€ puisque je vais en payer le double. » (Participant P10)*

#### **4.4.2.4. Impossibilité matérielle d'accès aux informations**

L'accès à des informations personnelles via des outils numériques implique un niveau de sécurité important. Le protocole d'identification, par la réception d'un mot de passe via un email ou un courrier postal, a pour impact de considérablement freiner les participants P2 et P5. Ces derniers déclarent ne pas vouloir retenter de se connecter pour ces raisons.

#### **4.4.2.5. Un manque de compétence des participants**

Certains dispositifs de feedback sont peu utilisés car les participants manquent de compétences ou pensent ne pas en avoir. C'est le cas en particulier du participant P1 pour qui l'ensemble des dispositifs numériques sont difficiles à manipuler. Il déclare manquer de connaissances pour manipuler un smartphone ou un ordinateur. Il éprouve encore plus de craintes vis-à-vis de dispositifs dédiés numériques (in Home Display) qui demandent un **apprentissage spécifique**.

*« Technologiquement, je rame. Si je devais avoir un truc qui me demande à faire appel à la mémoire importante de l'utilisation du genre : a oui, un faut que j'appuie 2 fois pour lire la consommation de la journée, 3 fois pour une autre fonction, ça me gonflerait. » (Participant P1)*

Sur le marché, de nombreux accessoires permettent d'affiner les mesures de consommation (affichage temps réel, consommation par appareils, ...) ou bien de piloter certains appareils à distance afin de réaliser des économies. Pourtant, l'intervention technique ou un simple branchement sur l'infrastructure électrique domestique peut

représenter une limite. Ainsi, le participant P5 nous explique ne pas se sentir à la hauteur et préfère s'en passer.

#### **4.4.2.6. Des participants saturés d'informations**

Enfin, au fil des entretiens nous avons découvert que certains participants ne souhaitent pas obtenir des informations énergétiques parce qu'ils avaient l'impression d'être déjà saturés par d'autres types d'informations. Par exemple, le participant P3 a accès à un grand nombre d'informations via des applications sur son smartphone. Il juge en avoir un nombre trop important et n'est pas favorable à l'idée d'en installer d'autres. Le participant P5 refuse également d'installer des applications sur son smartphone pour des raisons de protection de la vie privée et parce que les applications dédiées n'interopèrent<sup>30</sup> pas entre elles.

**En conclusion**, nous constatons deux grands types de *limites* à travers l'analyse de ces 27 déclarations. Nous remarquons, tout d'abord, quelles sont provoquées par une **relation défailante du dispositif conçu par le fournisseur d'électricité pour son client**. Cette défaillance est massivement due à 1) des choix de représentations et d'explications peu adaptées pour ce type de public, qui en conséquence, les trouvent insignifiants. Mais elle est également due à une 2) complexité technique pour accéder aux informations en ligne et à 3) un manque de diligence dans le dialogue. Outre la défaillance du dispositif, nous démontrons que certaines de **ces limites sont inhérentes à l'utilisateur lui-même**, notamment à 4) son manque de motivation lorsqu'il découvre que ses possibilités d'actions sont limitées, 5) à son manque de compétence techniques pour réaliser des actions d'automesure ou de pilotage de ses appareils ou 6) à son sentiment de saturer sous un nombre trop important d'informations de tous genres.

#### **4.4.3. Besoins**

Au total, sept participants ont exprimé pas moins de 23 *besoins*. Nous les regroupons en 4 familles suivant lesquelles 1) les participants ont besoin de relier les informations avec leurs activités, 2) ils ont besoin d'être conscients de l'impact énergétique au-delà de leur foyer, 3) ils souhaiteraient des évolutions contractuelles, et 4) les participants ont besoin de visualisations plus intégrées dans leur domicile.

#### 4.4.3.1. Les participants ont besoin de relier les informations avec leur activité

Les consommations électriques sont généralement accessibles via les factures. Leur montant représente les consommations cumulées de tous les appareils électriques utilisés. Il est donc impossible, sans outil de mesure additionnel, de déterminer quelle est la part de consommation électrique d'un appareil. Or, il s'agit d'un besoin soulevé à de nombreuses reprises au cours des entretiens. Ainsi, les participants P1, P2, P3, P8 et P10 souhaiteraient pouvoir **désagréger le montant total** pour connaître les consommations de leur appareil.

*« [...] On s'en sert moins longtemps, une bouilloire ça met 5 min à chauffer de l'eau. Si on prenait sur le même temps, je ne sais pas quelle serait la différence de consommation entre ma bouilloire et ma plaque vitrocéramique. » (Participant P3)*

Cette connaissance permettrait sans doute de savoir quelle est la **stratégie la plus économique** pour arriver à un but. Par exemple, lorsque le participant P10 désire chauffer de l'eau pour son thé, il ne sait pas s'il est préférable d'utiliser sa bouilloire ou sa plaque vitrocéramique.

Les participants P1 et P7 se sont montrés également intéressés par **une meilleure compréhension de la consommation de base** (baseline) de leur habitat. La connaissance de ce seuil incompressible<sup>31</sup> leur permettrait de mieux comprendre la part de consommation sur laquelle ils peuvent agir.

#### 4.4.3.2. Les participants ont besoin d'être conscient de l'électricité en amont et en aval de leur foyer

Les informations diffusées par les fournisseurs concernent uniquement les données personnelles centrées sur l'utilisateur pour établir le montant de sa facture. Ce résultat est proche de ce que nous avons identifié avec l'analyse des artefacts du Design Space. Pourtant, quand l'objectif est de réaliser des économies, l'échelle du foyer apparaît rapidement étriquée, voire démotivante, car les résultats restent très faibles. Certains participants de l'étude ont une pleine conscience qu'un effort de réduction de la consommation n'a de l'intérêt que s'il est représenté à **une échelle plus globale** (P10).

De plus, les participants P3 et P7 imaginent que des **événements solidaires** pourraient être mis en place avec pour objectif d'engager

un groupe de personnes à économiser ses dépenses énergétiques.

*« Si on m'explique que pour ma consommation chez moi, il faut faire turbiner les centrales nucléaires, si pour ça il faut encore plus produire, peut être que moi peut être que je serai plus sensible. » (Participant P8)*

Cette volonté d'obtenir des informations énergétiques au-delà de son foyer concerne également la frange amont c'est-à-dire la nature et l'origine de l'électricité qui est acheminée chez l'utilisateur. Les participants savent, dans les grandes lignes, comment est produite l'électricité en France. Par contre, il est plus difficile pour eux de faire le lien entre cette production et leur utilisation à leur domicile. Le participant P10 pense que l'accès à ce type d'informations pourrait l'aider à prendre conscience de son rôle et à le responsabiliser.

De la même manière, les participants P2 et P3 ont souscrit à une offre énergie « verte » mais ils ne peuvent vérifier la véracité de cet engagement car ils n'ont pas accès à ce type d'information. Or, il est possible de connaître la composition du mix énergétique<sup>32</sup> en temps réel sur le territoire français. Le mix énergétique permet de connaître la part de production électrique par filières (nucléaire, carbonées, énergies renouvelables...)

#### 4.4.3.3. Certains participants souhaiteraient des évolutions contractuelles

Le format du contrat a gêné les participants P2 et P8. Le participant P2 déplore le fait qu'un contrat ne soit adressé qu'à une seule personne. Il exprime le besoin de souscrire à **un contrat famille, où tous les membres seraient représentés.**

Ce même participant ne pense pas que le compteur électrique soit adressé à l'utilisateur, parce que les informations ne sont pas assez significatives pour lui et que le système de comptage des consommations affiche le cumul en kWh depuis l'installation du compteur et non depuis l'arrivée des occupants dans la maison. Le souhait du participant serait donc de « **remettre les compteurs à zéro** » à chaque nouveau déménagement.

*« Moi, je voudrais du sur-mesure ! Non mais typiquement les heures pleines et heures creuses, j'aimerais bien qu'elles puissent être maniables. » (Participant P2)*

Le participant P8 a souscrit à une offre Heure-Pleine/Heure-Creuse (HP/HC). Avec ce contrat, il bénéficie d'un tarif plus avantageux pendant les périodes HC. Les plages temporelles de ces deux périodes sont relativement fixes et indexées sur l'appel de puissance à l'échelle nationale. C'est-à-dire que les périodes dites HC se produisent généralement lorsque la demande nationale en énergie est la plus basse. Le participant P8 éprouve des difficultés à comprendre quand ces périodes sont effectives et souhaiterait **calibrer les heures creuses** pour qu'elles correspondent à ses besoins en électricité voir même, les déplacer et les réajuster comme bon lui semble.

#### 4.4.3.4. Certains participants ont besoin de visualisations plus intégrées dans leur contexte de vie

Les participants P3 et P5 sont critiques vis-à-vis des dispositifs qui leur sont envoyés. Ils les jugent « en déconnexion » avec leur cadre de vie. Les informations arrivent trop tard, bien après que l'électricité ait été utilisée. Les informations arrivent également agrégées ce qui est difficile pour connaître le niveau de consommation pour chaque objet. Ces deux participants militent alors pour des « formes » de visualisations « plus intégrées » dans leur contexte de vie.

*« J'aimerais un truc, une sorte de led. Quelque chose qui pourrait s'allumer, quand tu arrives à un niveau de consommation, soit que tu peux définir, soit que l'on t'a conseillé [...] »  
(Participant P5)*

Un appareil intégré, selon le participant P3, serait placé dans l'espace domestique de **manière ambiante**. Son accès serait facile et ne demanderait pas d'effort. Il le décrit comme une sorte de veilleuse qui l'informerait en cas de dépassement de seuil de consommation.

*« J'aimerais savoir combien consomme tel ou tel appareil, pas forcément avoir un chiffre mais avoir la proportion, un truc au niveau de l'appareil, de la prise par exemple [...] Ça me permettrait de prendre plus conscience. » (Participant P3)*

Un appareil intégré, selon le même participant, pourrait offrir l'avantage de mieux cibler les informations à l'échelle de certains objets, de permettre une désagrégation.

Les deux participants (P3 et P5) qui évoquent ce type de dispositif mettent également l'accent sur un encodage graphique **non-**

**quantitatif**, c'est-à-dire sans précision sur une quantité (d'énergie par exemple). Au contraire, ils semblent plébisciter un affichage basé sur une tendance. Le participant P5 appuie sa demande en expliquant que les modes de visualisations devraient **changer dans le temps** pour éviter de lasser les personnes qui les consultent.

**En conclusion**, nous notons que les participants expriment 4 types de besoins : 1) sur de nouveaux types de données, 2) sur une évolution de leur contrat, 3) sur une vision plus globale de la consommation d'énergie et 4) sur une forme de représentation des informations plus domestique.

En ce qui concerne les besoins liés aux données, les participants désirent explorer plus finement leurs données personnelles. Cela se traduit par un besoin de désagréger la consommation, d'estimer la baseline du foyer et d'identifier les stratégies les plus économes avant de réaliser une action. Les participants ont également besoin de voir plus loin que leurs propres consommations. En amont, ils désirent identifier les modes de production de l'électricité et la composition de l'énergie qu'ils reçoivent (mix énergétique). En aval, ils ont besoin de percevoir l'impact des efforts mutualisés avec l'ensemble d'un groupe. Les participants déclarent vouloir faire évoluer leur contrat afin qu'il soit plus représentatif de la composition du foyer, que le mode de comptage débute dès l'arrivée dans le foyer ou encore que les plages d'heures creuses puissent être modulées. Enfin, les participants expriment avoir besoin de modes de représentations plus adaptés à leur mode de vie. Ils les imaginent ambiants et évolutifs.

## 5. Conclusion

L'objectif principal de cette étude était de décrire *les pratiques et perceptions des usagers par rapport à la consommation électrique*. Pour y répondre, quatre questions ont été adressées : 1) Quels sont les appareils qui sont le plus associés à la consommation électrique ? 2) Est-ce que les participants parviennent à identifier leur principal pôle de consommation ? 3) Quelles sont leurs pratiques pour accéder à des informations énergétiques ? et 4) Quelles sont les limites et les besoins qu'ils rencontrent ?

Résultats n°1 : Les appareils de type **médias** et **petits électroménagers** sont les appareils électriques que les participants **associent le plus à leurs consommations** électriques. Il s'agit d'appareils sur lesquels ils ont une **action directe**, qu'ils peuvent actionner eux-mêmes, qu'ils utilisent **régulièrement**, dont la **durée d'usage est courte** et où il est possible de **moduler la puissance**. Les participants **oublent** principalement de citer les appareils qu'ils n'utilisent **pas directement** et dont la **mise en marche est automatique**. Ces appareils correspondent aux groupes **éclairage** et **chauffage**.

Résultats n°2 : De manière générale, **les participants ne parviennent pas à réaliser d'estimations correctes** de leurs consommations. Seul le groupe qui utilise l'électricité comme moyen de chauffage identifie correctement ce pôle. Les appareils appartenant aux types **cuisson** et **électroménager** sont systématiquement **surévalués**. À l'inverse, les appareils appartenant au type **médias** sont très largement **sous-estimés**, bien que les participants les associent principalement à leur consommation.

Résultats n°3 : Pour pouvoir décrire les **stratégies d'accès aux informations** qu'effectuent les usagers, **trois descripteurs** sont repérés : **les instruments utilisés**, **les tâches effectuées**, et **les facteurs déterminants externes et internes**. 1) Les participants n'utilisent pas uniquement des équipements de feedback mais font aussi appel à des équipements d'informations pour se documenter, des équipements ou terminaux électriques pour faire leur propre évaluation. Ils n'hésitent pas à créer eux-même leurs propres instruments ou à détourner ceux qui existent. 2) Les participants déclarent un nombre important de tâches. Elles ont été classées dans le continuum d'engagement. Nous avons été particulièrement surpris du nombre important de tâches d'action effectuées par les participants. 3) Sept facteurs déterminants externes ont été identifiés. Chacun témoigne d'un changement soudain

ayant un impact sur l'état normal de la consommation. Il peut s'agir d'un événement en lien avec le bâti, l'environnement, l'infrastructure électrique, le statut d'occupation du logement, la relation avec le fournisseur d'énergie, le dysfonctionnement d'appareils électriques ou bien l'influence d'un discours institutionnel préventif. Cinq types de facteurs déterminants internes sont identifiés. Les participants accordent une forte importance à leur expérience pour construire un référentiel personnel, que les valeurs familiales sont importantes dans l'appréciation de la consommation, que les leviers de motivations sont avant tout déclenchés par la perspective économique, par le désir de préserver le confort de son habitation ou juste par plaisir d'apprendre et de découvrir.

La principale découverte de cette étude est le constat que les instruments, tâches et facteurs déterminants se combinent pour former de véritables *stratégies*. Les participants les exécutent lorsqu'ils désirent apprendre quelque chose à propos de leurs consommations (situer leur consommation par rapport à une norme (P3), détecter les zones d'actions pour réaliser des économies(P5)) ou lorsqu'ils souhaitent réguler une situation anormale (contrôler les informations envoyées par le fournisseur (P1) et réguler la consommation pendant une période particulière (P7)).

Au travers des exemples, nous mettons en évidence différentes temporalités de stratégies. Deux stratégies sont *périodiques*. Elles sont provoquées par un événement qui répète chaque année et qui réactive le besoin d'accès aux informations des participants. Nous identifions un premier exemple de stratégie *périodique* où les actions sont *fragmentées* dans le temps. Un deuxième exemple de stratégie et également *périodique* mais contrairement à la précédente, la totalité des actions sont *condensées* sur une période particulière. Il existe également des stratégies *uniques*, qui ne se répètent pas dans le temps. Elles sont élaborées pour satisfaire un besoin de découverte dans un contexte où les usagers ne parviennent pas à situer leur consommation par rapport à une norme. Les usagers ont eu une activité intense qui s'atténue dès qu'ils atteignent leurs objectifs où se rendent compte de leurs possibilités d'action.

Résultats n°4 : Les participants déclarent rencontrer des **limites** lorsqu'ils souhaitent accéder à leurs informations. Les factures ou autres documents que leurs envoient les fournisseurs ne sont pas jugés assez significatifs. Ils déclarent également ne pas faire d'efforts pour accéder aux informations en ligne. Le manque de dialogue avec l'énergéticien apparaît également comme une limite importante.

Les **besoins** exprimés concernent principalement la nature des données. Les participants désireraient plus facilement les relier avec leurs activités, qu'elles puissent être désagrégées, ou qu'il soit possible de détecter la consommation de base du foyer.

## 6. Discussions et perspectives de recherche

Dans cette dernière section, nous proposons trois points de discussion.

1) Nous émettons un avis sur le manque d'assiduité des usagers vis-à-vis des dispositifs de feedback. 2) Puis, nous argumentons en faveur de dispositifs plus intégrés et 3) nous terminons cette section en discutant les limites d'action constatées par les participants.

Pour chacun de ces points nous proposons des perspectives de recherche.

### 6.1. La baisse de l'attention n'est pas uniquement liée à la nature du dispositif

La revue de littérature portant sur l'évaluation de l'efficacité des dispositifs de feedback énergétiques nous apprend que la baisse de consommation qui lui est attribuée décroît au bout d'une courte période, allant de quelques semaines à quelques mois (Buchanan, Russo, et Anderson 2015). Les auteurs de ces études argumentent que les données et représentations trop expertes de ces dispositifs participent au manque d'efficacité sur le long terme.

Sans remettre en cause ces résultats, nous proposons de les mettre en perspective avec nos propres découvertes et d'amorcer une discussion sur le désengagement constaté des usagers. Car, bien qu'aucun des participants interviewés ne possède de *home display* pour contrôler ses consommations électriques, une grande part des stratégies qu'ils nous ont présentées, étaient marquée par une baisse de l'attention dans le temps et à l'inverse une attention importante dans des situations particulières. Les exemples des participants P1, P3 et P5 en sont caractéristiques. Tous les trois ont le désir de comprendre et mettent en place des stratégies où ils vont collecter des données, les analyser et cibler des appareils pour agir sur eux. Seulement, lorsqu'ils comprennent leurs limites d'actions, ils n'ont plus besoin d'obtenir des informations électriques. La baisse de l'attention de l'utilisateur n'est donc pas uniquement inhérente à l'utilisation d'un dispositif de feedback mais également à la prise de conscience de ses possibilités d'actions.

## **6.2. Vers de nouveaux dispositifs plus discrets (ou intégrés)**

Nous avons découvert une importante diversité d'actions en observant les stratégies des participants. Même si l'obtention d'une information relative aux consommations électriques est intimement liée à des *facteurs déterminants externes et internes*, et même si ce besoin semble localisé dans des temporalités courtes voire éphémères, il est important que les usagers puissent y accéder sans effort via des dispositifs adaptés.

Or, les participants déplorent un manque de signifiante des dispositifs actuels. Cette observation corrobore les travaux présentés dans la littérature (J. Boy et al. 2014; Galesic et Garcia-Retamero 2010; Melanie Rosemarie Herrmann 2018a).

En plus de leur difficulté à lire et à interpréter correctement les informations, certains participants nous expliquent « saturer » face à un trop grand nombre de données. Ce sentiment de saturation est global, il ne concerne pas directement les informations liées à l'énergie. Il peut s'agir par exemple d'informations relatives à l'actualité, aux réseaux sociaux, au travail, aux messages personnels, etc. L'information énergétique est un canal parmi beaucoup d'autres et ne semble pas prioritaire aux yeux des participants. En conséquence, certains refusent d'installer de nouvelles applications sur leurs smartphones ou ne sont pas favorables à la pose d'un objet dédié exclusivement à l'énergie.

## **6.3. Les usagers devraient pouvoir identifier leurs propres limites d'action**

Selon la littérature, c'est parce que les usagers manquent d'informations sur les différentes stratégies à employer pour faire baisser les consommations, qu'ils peinent à faire des choix efficaces pour économiser de l'énergie (Lesic et al. 2018; Attari et al. 2010; Brounen, Kok, et Quigley 2013).

Les résultats que nous obtenons nous permettent de nuancer ces affirmations. En effet, au cours des entretiens, certains participants ont présenté les stratégies qu'ils utilisaient pour contrôler leur consommation ou pour réguler certains appareils électriques, et ce avec succès. Nous avons été étonnés par la diversité de ces stratégies,

aussi bien sur les actions que sur les temporalités. Dans tous les cas, elles témoignent de la motivation des participants à comprendre, à limiter ou à économiser.

Les besoins rencontrés étant tellement personnels et diversifiés, il nous est difficile de les évaluer afin de juger s'ils sont ou non efficaces pour économiser de l'énergie. Par contre, nous pouvons citer les déclarations du participant P5, qui a conçu son propre système de mesure, de visualisation et de notification de ses consommations, et qui est le seul à effectuer des auto-évaluations de sa stratégie. Grâce à ce retour critique, il nous a confié avoir découvert ses limites d'actions.



## Résumé de l'étude

*Cette deuxième étude visait à obtenir un point de vue différent par rapport à la première : celui des usagers. Nous avons tenté de décrire quels étaient les appareils qu'ils associaient le plus à leur consommation électrique, d'évaluer leur capacité à identifier leur principal pôle de consommation, d'observer leurs pratiques pour accéder à des informations énergétiques et d'identifier leurs limites et besoins sur ce sujet. Les interviews que nous avons menées auprès d'un panel de 10 participants nous permettent d'y répondre.*

*Nous observons que les participants associent à leur consommation électrique principalement des appareils sur lesquels ils ont une action directe et qu'ils utilisent régulièrement comme des appareils de médias ou de petits électroménagers. Ils oublient en revanche de citer des appareils qu'ils n'utilisent pas directement comme le chauffage.*

*Globalement, les participants ne parviennent pas à identifier leurs principaux pôles de consommation. Nous observons, en revanche, qu'ils ont tendance à surestimer les appareils de cuisson et d'électroménager et à largement sous-estimer les appareils de médias qui est pourtant le groupe le plus associé aux consommations.*

*Nous observons que les participants mettent en place des stratégies combinant plusieurs tâches et instruments pour atteindre des objectifs. Nous découvrons que leur besoin d'accéder à des informations se déclenche généralement lorsqu'un évènement impacte l'état « normal » de leur consommation. Leurs choix sont alors fortement dirigés par des motivations internes. Nous observons deux types de stratégies : celle que les participants mettent en place lorsqu'ils désirent apprendre quelque chose et celles qu'ils exécutent pour réguler une situation anormale. Dans l'ensemble, ces stratégies sont toujours temporaires. Elles peuvent être périodiques, fragmentées, condensées ou bien uniques. Lorsque les participants atteignent leurs objectifs ou constatent leurs limites, ils stoppent leurs actions. Nous constatons que les limites et les besoins déclarés concernent principalement les outils actuellement proposés.*

*L'observation du point de vue des participants nous permet de décrire des pratiques qui nous semblent bien différentes des solutions proposées par les concepteurs. À la fin de cette étude, nous proposons plusieurs points de discussion et proposons des perspectives pour de futures réalisations.*



# Chapitre 5 : Mise en perspective des résultats

## 1. Introduction

Les études présentées dans les chapitres 3 et 4 ont contribué à identifier les points de vue des concepteurs (Design Space) et les points de vue des utilisateurs (étude empirique). Avec ce nouveau chapitre, nous procédons à une comparaison systématique des résultats (Tableau 7) dans le but d'observer des écarts entre ces points de vue et pouvoir répondre à la question de recherche 3. Dans un deuxième temps, nous proposons des perspectives pour le développement de dispositifs de feedback intégrant les pratiques réelles des usagers.

## 2. Méthode

Afin de pouvoir comparer les résultats des précédentes études, nous les avons rassemblés dans le Tableau 7. Les résultats du Design Space sont présentés à gauche. Les résultats de l'étude empirique sont présentés dans la colonne de droite. Nous plaçons en vis-à-vis les résultats qui abordent le même sujet.

### 3. Observation des différences entre choix des concepteurs et pratiques des usagers.

#### 3.1. Le besoin ponctuel d'information des usagers

L'écart le plus important que nous identifions entre les résultats des deux études concerne la durée de fonctionnement des dispositifs proposés. Nous avons constaté dans le Design Space, que les dispositifs semblent conçus pour un usage permanent. Par exemple, l'application *Powerley* (powerley 2017) propose un affichage quotidien de la consommation, ce qui induit un usage suivi dans le temps. De même, des dispositifs ambiants comme *Energy Orb* (martinez 2007) sont activés en permanence. Au contraire, aucun participant de l'étude empirique n'a déclaré avoir une activité régulière et permanente de prise d'informations électriques. Les données récoltées nous permettent d'affirmer que toutes les stratégies sont limitées dans le temps : *exploratoires* (P3, P5), *fractionnées* (P1) ou bien *périodiques* (P1, P7).

Nous concluons alors que les concepteurs imaginent des usages permanents alors que les pratiques des participants sont ponctuelles. Cette différence est fondamentale.

#### 3.2. Absence de facteurs déterminants dans le Design Space

Dans l'étude empirique, nous avons décrit l'importance des facteurs déterminants internes et externes. Ils agissent comme des déclencheurs et correspondent souvent à un changement d'état qui peut être provoqué par une vague de froid, la réalisation de travaux, la modification du nombre d'habitants ou un dysfonctionnement technique. La forte influence de ces déterminants conforte l'idée suivant laquelle un dispositif diffusant des informations énergétiques ne peut pas être considéré comme permanent mais plutôt **ponctuel**, car rattaché à des événements situés dans le temps et l'espace. Dans le Design Space, les concepteurs ne prennent pas en considération ces facteurs déterminants ou bien considèrent, peut-être, que leur contribution se situe dans un contexte où le besoin est avéré et constant.

Résultats du Design Space		Résultats de l'étude empirique
Donnée.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Les concepteurs utilisent principalement des données mesurées à l'intérieur du foyer.</li> <li>• Les unités énergétiques comme le kWh ou le W sont les plus fréquemment utilisées.</li> <li>• Les données situées dans le passé sont principalement agrégées à l'ensemble du foyer.</li> <li>• Les données situées en temps réel sont généralement désagrégées ou focalisées uniquement sur un seul appareil électrique.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>≠ • Certains participants expriment le besoin d'accéder à des données à l'extérieur de leur foyer (amont et aval).</li> <li>≠ • Les participants n'arrivent pas à comprendre les unités énergétiques.</li> <li>≠ • Les participants cherchent à situer leurs consommations par rapport à une norme.</li> <li>= • Certains participants essayent de désagréger leur données de consommations dans le but de relier les informations avec leurs activités.</li> <li>= • La désagrégation leur permet de détecter la consommation de base du foyer (baseline) et de détecter des zones d'action.</li> </ul>
Représentation.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Les concepteurs privilégient largement les visualisations pour représenter les données.</li> <li>• Les visualisations pragmatiques sont principalement utilisées pour représenter des données historiques.</li> <li>• Les visualisations casuels sont utilisées pour représenter des données en temps réel.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>≠ • Les participants déclarent avoir des difficultés à comprendre les visualisations présentes sur les équipements de feedback qu'ils utilisent.</li> <li>≠ • Les participants expriment leur manque de compétence pour lire ce type de représentation.</li> <li>≠ • Sentiment de saturation. Certains participants ne souhaitent pas être averti en permanence.</li> </ul>
dispositif.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pour diffuser les informations, les concepteurs privilégient majoritairement les Dispositifs commun d'informations (smartphone, tablette).</li> <li>• Les dispositifs domestiques, sont majoritairement conçus pour diffuser des informations en temps réel via des physicalisations.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>≠ • Les participants soulignent le manque de disponibilité des données (accès aux services numériques).</li> <li>• Les participants combinent l'utilisation de cinq types d'instruments.</li> <li>• Certains n'hésitent pas à créer des instruments et à les situer dans l'espace du foyer.</li> <li>≠ • Les participants ont des besoins ponctuels. La plupart sont provoqués par des facteurs déterminants externes.</li> </ul>
Tâche.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Les tâches supposées être effectuées par les usagers représentent un faible niveau d'engagement et correspondent aux catégories Percevoir et Comprendre.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>≠ • Les participants déclarent principalement effectuer des tâches d'action <i>i. e</i> qui ont un impact réel sur leurs consommations. (sur une courte période)</li> </ul>

Tableau 7. Récapitulatif des résultats obtenus dans les précédentes études. Celles correspondant au Design Space sont à la gauche du tableau. Celles de l'étude empirique se trouvent à la droite.

### **3.3. Les usagers utilisent peu de dispositifs communs d'information**

Nous constatons un écart important en ce qui concerne l'utilisation des dispositifs (DS) ou d'instruments (étude empirique). L'analyse du Design Space nous a permis de mettre en évidence l'utilisation de quatre types de dispositifs : les dispositifs communs d'information (DCI), les dispositifs dédiés (DD), les dispositifs domestiques (DoD) et les interventions environnementales (EI). Nous avons découvert que les plus représentés correspondaient à la première catégorie (53%) et étaient des applications sur smartphones, tablette ou bien sur ordinateurs.

Or, l'observation des instruments utilisés par les participants ne correspond pas à ces résultats. Même si certains participants déclarent avoir utilisé des applications ou des sites internet pour accéder à leurs informations (P1, P3, P5, P6, P7, P8), ces dispositifs sont loin d'être utilisés en permanence. Les équipements de feedback les plus utilisés sont basiques, il s'agit de compteurs électriques et de factures papiers. Malgré l'existence d'applications, de services numériques ou de petits dispositifs dédiés, les participants que nous avons rencontrés s'en tiennent aux dispositifs de base incontournables. En revanche, nous avons observé qu'ils n'hésitent pas à les détourner (par exemple en annotant les factures) ou à en créer de nouveaux. De plus, les participants ont tendance à situer leurs instruments dans l'espace domestique. Nous découvrons que les participants peuvent être très créatifs (P1, P3, P5, P9) lorsqu'ils désirent obtenir certaines informations. Nous ne retrouvons pas cette possibilité créative dans les artefacts sélectionnés pour le Design Space.

### **3.4. Les usagers combinent les instruments**

Dans l'étude « *Home energy monitors : impact over the medium-term* », (van Dam, Bakker, et Van Hal 2010). Les auteurs font le constat qu'une approche utilisant un seul dispositif de feedback énergétique n'est pas souhaitable, car elle limite l'importance du lieu dans lequel est diffusée l'information. Les résultats de notre étude nous apprennent que les participants, pour comprendre ou agir sur leur consommation, utilisent effectivement non pas un, mais plusieurs instruments. En fonction des stratégies qu'ils ont décidé de suivre, ils font appel à des dispositifs délivrés par les fournisseurs d'énergie, mais également à des instruments d'information, des appareils électriques ou des

instruments conçus par leurs propres soins. Cette observation constitue un écart important par rapport aux résultats du Design Space. En effet, nous ne retrouvons aucun artefact qui soit conçu pour se combiner ou fonctionner avec d'autres.

### 3.5. Les usagers veulent agir

La dimension des tâches est présente dans les deux études. Le continuum d'engagement que nous avons utilisé dans les deux études nous permet de constater un écart important. Dans le Design Space, nous avons observé que les tâches les plus décrites correspondent aux catégories *percevoir* (14 citations) et *comprendre* (14 citations). Ces catégories traduisent un niveau d'engagement relativement bas.

À l'inverse, les déclarations des participants nous permettent de détecter une **grande variété de tâches d'actions** (21 citations), ce qui correspond au plus haut niveau d'engagement du continuum.

Nous faisons le constat que les concepteurs privilégient des tâches où les usagers sont plutôt **passifs** (consultation) alors qu'en pratique les participants sont **actifs**.

## 4. Perspectives

La présentation des écarts entre les points de vue des concepteurs et des participants semble démontrer que la majorité des artefacts du Design Space ne répond pas aux pratiques des participants de notre étude. Pourquoi alors ne pas mutualiser les connaissances que nous avons découvertes sur la conception de dispositifs de feedback, avec celles sur les pratiques des participants, pour imaginer de nouvelles pistes plus conscientes des pratiques que nous avons observées ? Nous en présentons quatre dans la section qui suit.

### 4.1. Et si les dispositifs étaient éphémères ?

Au regard des pratiques des usagers, nous nous interrogeons sur le caractère permanent des dispositifs de feedback dans l'espace domestique. Peut-être devrions-nous proposer des dispositifs uniquement conçus pour accompagner leur apprentissage, et la détection de ses possibilités d'actions pendant des moments critiques. Cette considération demanderait alors d'orienter des choix de conception en faveur de dispositifs plus **temporaires**.

### 4.2. Et si les dispositifs étaient plus reliés au contexte domestique ?

La prise en compte et la compréhension du contexte dans lequel va être utilisé un dispositif semble capitale. Van dam et al. partagent ce point de vue en affirmant que « *pour qu'un dispositif de diffusion de l'information énergétique soit efficace, il est important de considérer les facteurs contextuels.* » (van Dam, Bakker, et Van Hal 2010) Nous pensons qu'il est important d'adresser aux futurs usagers des dispositifs qui soient capables de mieux s'intégrer dans leurs routines.

Nous relevons alors la nécessité d'engager une réflexion sur la conception d'objets capables de diffuser de l'information au moment et au lieu opportun, sans jamais interférer avec des activités domestiques. Nous pensons que les travaux de Backlund et al. (Backlund et al. 2007) et la définition des **objets augmentés** et/ou **greffés** de la première étude constituent des amorces intéressantes à explorer. Dans ces exemples, l'information est embarquée directement dans un objet domestique. Nous remarquons toutefois que ces nouveaux dispositifs ont parfois tendance à être trop démonstratifs lorsque la fonction d'affichage

de l'information dépasse la fonction intrinsèque de l'objet. La juste articulation entre ces deux fonctions semble représenter un défi de création potentiellement intéressant à explorer.

### **4.3. Et si les dispositifs étaient pensés comme des écosystèmes ?**

Les pratiques des participants impliquent l'utilisation de 5 types d'instruments différents. Ils parviennent à comprendre leur consommation en combinant ces éléments. Ainsi, ils peuvent agir sur un appareil, voir ce qui se passe sur leur compteur électrique et comparer le résultat obtenu avec leurs factures. Les artefacts du Design Space ne prennent pas en considération ce type de pratiques. Ils sont conçus pour fonctionner seul. Il serait intéressant de concevoir des dispositifs qui intègrent cette complémentarité et qui fonctionnent en écosystème.

### **4.4. Et si les dispositifs permettaient de prendre conscience des possibilités d'actions ?**

Les usagers évaluent mal la consommation de leurs appareils électriques. Il leur est par conséquent difficile de déterminer où ils peuvent réaliser des économies. Nous pensons que permettre l'identification des possibilités d'actions et leurs limites aurait pour conséquence de les engager plus durablement. Il est de la responsabilité du concepteur de ses systèmes d'information de leur présenter les potentielles réductions de consommation et de ne pas les associer avec un sentiment de perte de confort.

## 5. Conclusion

En comparant les points de vue des concepteurs et des participants nous avons identifié cinq écarts importants :

- Les participants ont des besoins temporaires alors que les artefacts diffusent des informations de manière permanente.
- Les facteurs déterminants déclenchent le besoin d'accéder aux informations mais ne sont pas pris en compte par les concepteurs.
- Les artefacts majoritairement conçus ne sont pas utilisés par les usagers.
- Les usagers privilégient l'utilisation de plusieurs instruments qu'ils combinent.
- Enfin les tâches proposées par les artefacts ne correspondent pas à celles qui sont effectuées par les participants. Ces derniers veulent agir sur leur consommation alors que les concepteurs supposent qu'ils veulent percevoir des informations.

Ces observations nous permettent de répondre à la question de recherche 3, à savoir « Quels sont les écarts entre le point de vue des concepteurs et celui des usagers ? ». Elles permettent également de dégager des perspectives pour la conception de nouveaux types de dispositifs.





# Partie

## II

La comparaison des résultats des études 1 et 2 nous a conduit, à la fin de la première partie, à proposer des perspectives pour la conception de nouveaux types de dispositifs de feedback énergétiques.

Or, certaines font écho à des motivations industrielles propres au DesignLab EDF d'EDF. Cette deuxième partie est donc principalement *généralisatrice* et *exploratoire* et tente de répondre à la question de recherche 3 : *comment exploiter et concevoir de nouveaux types de dispositifs d'information ?* Trois chapitres la composent.

Dans le chapitre 6, nous proposons la définition d'un concept de dispositif que nous nommons *interstices informationnels*. Dans le chapitre 7, nous présentons le déroulement d'un atelier de design. Il a pour but d'explorer le concept des *interstices informationnels* avec 15 élèves d'une école de design. Pour les aider à proposer des réponses les plus pertinentes possibles, nous leur proposons trois méthodes de travail. Enfin, Le chapitre 8 présente les contributions industrielles en prolongement avec ce précédent travail.



# Chapitre 6 : Les interstices informationnels, enjeux et opportunités pour le design

## 1. Introduction

Dans ce chapitre, nous présentons et définissons un concept de dispositifs, permettant la diffusion d'informations énergétiques nommé, *interstices informationnels*. Ce concept résulte de la convergence entre certaines des perspectives identifiées dans le chapitre précédent et les enjeux industriels du DesignLab.

Nous présentons dans un premier temps, comment les découvertes de nos recherches ont convergé avec des enjeux industriels. Nous présentons ensuite des défis de conception et les comparons à une revue de travaux proche de la thématique. Enfin, nous concluons ce chapitre en proposant la définition du concept d'*interstices informationnels* accompagnée de trois critères pour guider la conception.

## 2. Convergence entre des enjeux industriels et les précédentes découvertes

En 2015, le groupe EDF, motivé par la publication imminente d'un décret imposant aux énergéticiens français de « *mettre à disposition un système d'affichage de la consommation électrique* », confie au DesignLab la responsabilité de sa conception. Après de nombreuses itérations, le résultat retenu se matérialise sous la forme d'un afficheur dédié à la diffusion d'informations énergétiques, pourvu d'un écran actif en permanence (voir [Figure 2-b](#)).

Au-delà du résultat obtenu, ce projet soulève au sein du DesignLab, des aspirations à dépasser la réponse proposée. Deux points sont particulièrement questionnés. Le premier concerne **la pérennité de l'information** : Comment éviter de saturer l'espace domestique d'informations énergétiques ? Le deuxième point concerne **la nature du dispositif** : Comment éviter de produire un objet spécifiquement dédié à la diffusion d'informations énergétiques ?

Nous découvrons, en comparant les résultats des études 1 et 2 de cette thèse, que certains résultats entrent en résonance avec les enjeux industriels précédemment cités.

Nous constatons en premier lieu, que le besoin d'accéder à des informations énergétiques a tendance à se manifester dans des situations où l'état normal de consommation est modifié, comme en période de froid ou lors d'une panne technique. Proposer ce type d'information de manière permanente n'a que peu de sens. Hors incident, l'utilisateur ne désire pas accéder à ses données énergétiques. Il évoque même être saturé par un trop grand nombre d'informations. Ainsi, peut-être vaudrait-il mieux privilégier les **moments** où il désire y accéder ?

Nous avons également observé que les participants avaient tendance à situer leurs instruments dans l'espace du foyer et constatons que cette pratique se rapproche du type de dispositifs appelé **dispositifs domestiques**. Nous l'avons défini comme un appareil présent dans l'espace domestique, utilisé pour des fonctions spécifiques (éclairer ou chauffer par exemple) et qui possède en plus, la capacité de diffuser des informations énergétiques. (Chapitre 3, section 4.2.3.1). Embarquer une information dans un dispositif domestique présente l'avantage de ne pas produire de dispositif spécifique à l'énergie auquel l'utilisateur va prêter peu d'attention.

Motivés par des enjeux industriels alimentés par une partie des résultats du travail de recherche, nous décidons de débiter un programme de design en conceptualisant un dispositif capable de s'intégrer dans des objets domestiques, pour lequel la diffusion d'informations serait temporaire et ne saturerait pas l'attention des usagers. Nous nommons ce sujet *les interstices informationnels*.

### 3. Approches de conception

Arriver à concevoir un tel type de dispositif implique de répondre aux questions suivantes : Quels sont les objets domestiques adaptés pour embarquer des informations énergétiques ? Comment proposer une diffusion temporaire ? Comment diffuser ces informations sans saturer l'attention des usagers ?

Pour chacune de ces questions, nous présentons des réalisations dans le but d'identifier des solutions inspirantes. Ces réalisations sont toutes utilisées dans l'espace domestique et diffusent des informations

en plus de leurs fonctions intrinsèques.

### 3.1. Quels objets domestiques pour embarquer des informations ?

Les foyers regorgent d'objets en tout genre mais tous ne sont pas adaptés pour diffuser des informations en lien avec la consommation électrique. Comment alors détecter ceux qui seraient les plus adaptés ?

Nous avons observé dans le DesignSpace que les dispositifs domestiques étaient généralement des objets en lien avec l'électricité : soit parce qu'ils en consomment (lampes), soit parce qu'ils la distribuent (câbles, prises, interrupteurs). Avec l'utilisation de ces objets, le lien avec l'électricité est direct, donc plus favorable pour proposer des informations.

Toutefois, certains objets domestiques sont utilisés de manière routinière. Outre leur récurrence d'usage, ils sont généralement utilisés au même moment de la journée et au même endroit. Si nous utilisons ce type d'objet comme support d'informations énergétiques, la prise en compte du contexte dans lequel ils sont utilisés pourrait aider à cibler les informations énergétiques en lien avec lui.

#### Exemple : The element, un dispositif domestique associant chaleur et information

Le premier exemple (Figure 36), *The element* (Gyllensward, Gustafsson, et Bang 2006) a déjà été présenté dans l'étude 1 de cette thèse. Il correspond à la définition que nous avons proposée pour les dispositifs domestiques. Ce radiateur est composé d'une matrice de 40 ampoules à incandescence disposées en façade. Quand le radiateur est mis sous tension, la chaleur dégagée par les ampoules est équivalente à celle d'un radiateur traditionnel mais ici, le fonctionnement électrique est rendu visible par l'illumination de l'appareil. Ce radiateur n'embarque pas de système spécifique pour la diffusion

Figure 36 - The Element, un radiateur dont la chaleur est produite par 40 ampoules électriques. Projet développé dans le cadre du projet de recherche Static ! (Backlund et al. 2007)



d'informations car **le fonctionnement est l'information.**

L'information diffusée est temporaire car liée au moment où le radiateur est mis sous tension.

L'encodage des informations sous forme lumineuse est démonstratif mais risque de mal s'intégrer dans des routines quotidiennes et de saturer l'espace domestique. Par exemple, si tous les radiateurs du foyer possédaient les mêmes propriétés, les signaux lumineux risqueraient de fortement déranger les usagers.

### **3.2. Comment diffuser des informations sans saturer l'attention des usagers ?**

Les artefacts que nous avons analysés dans le Design Space sollicitent l'attention des utilisateurs. Certains artefacts, comme les *Dashboard*, agrègent un nombre important d'informations sur un écran et font le postulat que les usagers vont prendre le temps de lire et d'analyser les données. Au contraire, les physicalisations lumineuses, sont visibles sans effort mais sont limitées dans leur capacité à diffuser des informations. Ces deux types d'artefacts représentent deux approches antagonistes. Trouver un compromis entre ces deux approches représente un défi important. Comment afficher un niveau d'informations important sans saturer l'attention de l'utilisateur ?

#### **Exemple : Aesthetic awareness display, une information discrète**

Les écrans numériques sont devenus incontournables dans la vie quotidienne (Davies, Clinch, et Alt 2014). Les usagers ont l'habitude de recevoir une quantité importante d'informations et en sont de plus en plus demandeurs (Elliot et al. 2007). Les appareils dont la fonction est de diffuser des informations sont tous en concurrence pour attirer le plus notre attention, provoquant ainsi un sentiment de saturation pour ceux qui les utilisent (Zachary Pousman et Stasko 2006).

Pourtant dès 1996, Weiser et Brown (Weiser et Brown 1996) ont su anticiper la situation de surcharge cognitive qu'allait engendrer l'utilisation de ces nombreux appareils d'information. Ainsi, ils proposent le concept de **technologie calme**. Ils observent que les usagers interagissent énormément avec des objets situés à la périphérie

de leur attention dans des situations quotidiennes et soutiennent qu'il est possible de créer des alertes grâce à des informations présentées de manière « omniprésente » mais de façon **discrète**.

Toujours selon ces auteurs, les dispositifs utilisant cette technologie ne deviennent visibles que lorsqu'il est nécessaire de diffuser une information. Il se produit alors un déplacement de l'information de la périphérie, vers la zone de pleine attention. Une technologie est jugée calme quand elle permet d'augmenter la connaissance de l'utilisateur et qu'elle lui permet d'agir sans augmenter sa charge cognitive. Placée dans un endroit qui est familier, l'utilisateur y sera attentif sans effort. Weiser et Brown appellent **localisation** la connexion et l'attention au monde qui nous entoure et qui est perceptible en « périphérie » de notre attention (Weiser et Brown 1996).

En 2006, Pousman et Stasko évoquent la nécessité de concevoir des dispositifs qu'ils qualifient de **discrets** (Zachary Pousman et Stasko 2006). Il est alors proposé de diffuser les informations avec des moyens **ambiants** pour préserver cette discrétion (Heller et Borchers 2011; J. Rodgers et Bartram 2011).

Nous utilisons la définition proposée par Pousman et Stasko pour caractériser ce qu'est « un système d'information ambiant ». Il s'agit de dispositifs qui, 1) « peuvent diffuser une information importante mais qui ne doit pas être critique » (comme une alerte de dysfonctionnement mettant en péril un équipement par exemple), 2) « ont la capacité de se déplacer facilement d'une pleine attention vers une attention périphérique (et vice-versa) », 3) « sont des objets tangibles qui s'intègrent bien dans l'espace domestique », 4) « les mises à jour de données et la modification de l'affichage doit pouvoir se faire de manière subtile (éviter d'être trop distrayant) » et 5) « doivent être esthétiquement adaptés à l'environnement dans lequel ils se trouvent » (Zachary Pousman et Stasko 2006).

La Figure 37 est une réalisation de Fersha et al. (Fersha et al. 2006). Il s'agit d'une adaptation d'un chef d'œuvre de la peinture Hollandaise du XVII<sup>ème</sup> siècle. Les éléments de la composition sont associés à des données domestiques et évoluent dynamiquement. Il s'agit des éléments encadrés en rouge. Quand les données sont réactualisées, l'affichage de certains éléments qui composent le tableau se transforment (couleurs, nombre d'éléments, positions, tailles) (Redström, Skog, et Hallnäs 2000).

Cette reproduction est affichée sur un écran installé, tel un véritable tableau, sur le mur d'un appartement. Bien qu'il s'agisse d'un moniteur

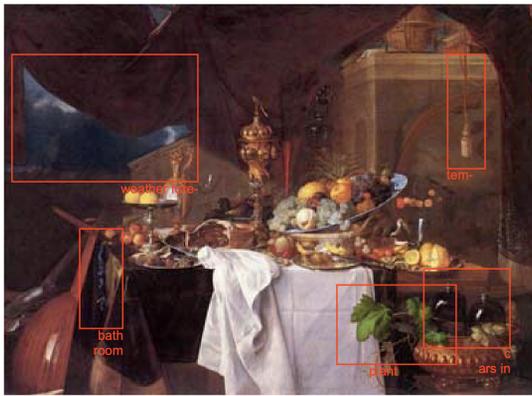


Figure 37 -Exemple de réalisation utilisant le principe d'informations ambiantes : « Aesthetic awareness display ». Réalisation à partir d'une peinture de Jan David de Heem (Ferscha et al. 2006)

encodées dans le cadre poly-sémantique du tableau. Nous constatons toutefois que le lien sémantique entre la représentation et le sujet concerné est quelque fois distendu. Par exemple, à la droite de l'image la hauteur variable d'une embrasse de rideau indique le niveau de température. Il n'y a pas de lien direct entre ce type d'objet et la température. Par contre, le niveau d'arrosage des plantes est associé à une représentation du même sujet dans l'œuvre. Ce lien figuratif aide à comprendre le sujet des informations.

de grande taille ou d'un écran de télévision, nous ne pouvons pas dire qu'il s'agisse véritablement d'un objet domestique car son usage est entièrement dévolu à l'affichage du tableau. Cet exemple ne correspond donc pas au premier défi listé.

Par contre, cet exemple présente un réel intérêt en ce qui concerne le traitement discret (Zachary Pousman et Stasko 2006) de l'information. Les données domestiques sont

Le statut d'œuvre implique que ce dispositif soit affiché en permanence, tel un véritable tableau. L'utilisateur le voit de façon continue mais constate son évolution dans le temps, par petites touches.

### 3.3. Comment proposer une diffusion temporaire ?

Figure 38 - Montre Withings move



Le besoin d'accéder à des informations énergétiques est généralement provoqué par une consommation anormale. Il s'agit donc de concevoir un dispositif présent dans l'espace domestique, **en veille** la plupart du temps mais **disponible** dès lors que l'utilisateur désire obtenir des informations.

#### Exemple : Withings move, une information discrète de l'activité physique

La montre Withings move (Figure 38) est un objet personnel mais pas domestique au sens strict, puisque non réservé au foyer. Il s'agit d'une montre connectée capable de prendre les mesures de l'activité de celui qui la porte.

Ces informations sont affichées dans le cadran de la montre sous la forme d'un niveau de progression. En retrait par rapport à l'affichage de l'heure, ces données sont représentées sous la forme d'une jauge graduée de 0 à 100%, pourcentage qui relatif à l'objectif que l'utilisateur s'est fixé. Les concepteurs ont exploité les propriétés sensibles de la montre en utilisant un mode d'affichage analogique pour le niveau de progression. Cette proximité sémantique crée un lien qui permet à l'utilisateur de conserver une habitude dans l'utilisation de ce dispositif. Ce choix confère également un certain niveau de discrétion à l'information ajoutée.

**En conclusion**, ces trois exemples proposent trois approches de conception pour répondre aux questions posées. Deux d'entre eux sont des objets domestiques (*Aesthetic awareness display* et *The element*). Le troisième est un objet personnel (*Withings move*). *The element* met en évidence la consommation d'énergie utilisée pour se chauffer en utilisant des ampoules à incandescence tandis que la montre *Withings move* associe l'affichage de l'heure avec une jauge d'activités. Deux exemples proposent un affichage d'information « discret » (*Aesthetic awareness display* et *Withings move*). *Aesthetic awareness display* propose un affichage ambiant de données domestiques. La montre *Withings move*, quant à elle, conserve le même traitement de l'information (analogique) pour représenter l'affichage du temps et celui de l'activité. Seul le radiateur *The Element* associe le temps d'information à celui de l'activité de l'appareil.

## 4. Définition du concept d'interstices informationnels

Dans cette section, nous proposons la définition des *interstices informationnels* et proposons trois critères de design pour guider les futures conceptions.

Les *interstices informationnels* sont une tentative de diffusion **située, discrète et temporaire** des informations énergétiques dans l'habitat. *Située* car les informations ne nécessitent pas de dispositifs spécifiques, elles s'immiscent dans les interstices d'objets quotidiens déjà présents dans l'espace domestique. *Discrète* car ces informations sont perceptibles à la périphérie de l'attention. *Temporaire* enfin, car les informations ne sont accessibles que lorsque l'objet domestique est actif.

Nous proposons, pour guider la conception de ces dispositifs, trois critères de design.

### 4.1. Critère 1 : Un dispositif situé dans le contexte domestique.

L'objet domestique auquel sera associé une information énergétique doit posséder un lien avec l'électricité ou être associé à une routine (lieu ou temporalité). De préférence, cet objet diffuse un autre type d'information.

### 4.2. Critère 2 : Une information discrète.

La représentation de l'information énergétique devra exploiter les codes sémantiques de l'objet. Cette information apparaît toujours au second plan, derrière la fonction initiale de l'objet.

### 4.3. Critère 3 : Une information temporaire.

La durée de diffusion de l'information est limitée dans le temps. Elle est définie par le temps usage de l'objet.

## 5. Conclusion

La convergence entre, les deux premières perspectives identifiées dans le chapitre 5 (sections 4.1 et 4.2) et les enjeux industriels du DesignLab, a donné lieu à la définition du concept nommé *interstices informationnels*. Il s'agit d'un dispositif domestique dans lequel une information énergétique est embarquée. Nous avons accompagné la définition du concept par trois critères de design pour guider des futures conceptions (Chapitre 6 section 5.). Le dispositif est situé dans le contexte domestique, l'information qu'il diffuse est discrète et est temporaire.



# Chapitre 7 : Exploration du concept d'interstices informationnels

## 1. Introduction

Pour faire suite au précédent chapitre, nous présentons ici une approche générative menée pour explorer le concept des *interstices informationnels*. Ce travail répond à la question de recherche QR4 « *Comment explorer et concevoir de nouveaux types d'appareils de feedback pour les usagers novices ?* » (Chapitre 2, section 1.).

Afin d'explorer ce concept le plus largement possible, nous décidons d'organiser un atelier de création et de demander à des élèves designers d'imaginer des propositions fidèles à la définition et aux critères que nous avons proposés. Nous concevons, pour aider des élèves designers, un cadre méthodologique composé de 3 outils.

Nous présentons la méthode mise en place pour l'atelier, puis nous proposons deux des résultats obtenus. Nous détaillons la production des élèves et vérifions si elle respecte les critères de design. Nous utilisons ensuite le Design Space pour évaluer sa nouveauté. Nous effectuons ensuite un retour critique de la méthode de travail utilisée.

## 2. Méthode

### 2.1. Constitution du panel

Les élèves de cet atelier ont été choisis sur la base de leur volontariat. Cette méthode est propre à l'ENSCI-les ateliers. Chaque semestre, au lancement de nouveaux sujets de travaux, les élèves sont invités à indiquer leurs préférences et à motiver leur participation aux ateliers choisis. Bien que nous ne connaissions pas les critères démographiques des élèves avant leur inscription, nous les avons collectés *a posteriori* (plus précisément le jour du lancement) via un formulaire en ligne (*Google form*). Ce formulaire est structuré en 5 parties : a) renseignements démographiques (âge et sexe), b) nombre

ID	Âge	Sexe	Années d'études	Domaines d'intérêt	Connaissance en visualisations de données	Connaissance des enjeux liés à la représentation de l'énergie
1	28	F	1	expérimental	pas du tout	pas du tout
2	19	F	1,5	mobilier	un petit peu	pas du tout
3	18	F	3	produit industriel	un petit peu	bonne
4	23	M	4	produit industriel	moyennement	pas du tout
5	22	M	2	produit industriel	régulièrement	bonne
6	20	F	2	mobilier	pas du tout	un petit peu
7	22	M	3	mobilier	pas du tout	un petit peu
8	19	M	1	digital	pas du tout	moyennement
9	20	M	1	produit industriel	un petit peu	moyennement
10	22	F	2	digital	moyennement	pas du tout
11	21	F	4	produit industriel	moyennement	moyennement
12	18	M	1	produit industriel	un petit peu	parfaitement
13	22	M	4	-	moyennement	bonne
14	26	F	7	urbanisme	pas du tout	moyennement
15	18	F	1,5	mobilier	moyennement	moyennement

Tableau 8 – Données démographiques des participants de l'atelier.

d'années d'étude en design, c) domaine d'intérêt dans la création, d) niveau de connaissance en visualisation de données, d) niveau de connaissance des enjeux liés à la représentation de l'énergie. Ces données sont résumées dans le [Tableau 8](#).

Le panel est composé de 15 élèves dont la plupart débutent leur formation. Ils déclarent globalement une forte attirance pour le domaine de l'objet industriel. Ils sont peu connaisseurs du domaine de la visualisation de données et moyennement sensibilisés aux enjeux énergétiques. Il s'agit donc d'une population doublement novice, car profane en a) représentation de données et b) en énergie.

## 2.2. Déroulé de l'atelier

L'atelier a débuté le 01 décembre 2017 et s'est terminé le 28 janvier 2018. Il s'est déroulé à L'ENSCI-les ateliers au sein de l'atelier *Fabrications Flexibles* dirigé par Simon d'Hénin et assisté par Justyna Swat.

Six étapes ponctuent la période de l'atelier : 1) un séminaire de sensibilisation, 2) un atelier en groupe de création de *Persona* et *Maisona*, 3) un atelier de création de scénarios, 4) la réception des données de simulations, 5) les présentations individuelles intermédiaires

accompagnées de retours d'experts et 6) la présentation des propositions finales. Cet atelier partage des objectifs pédagogiques, scientifiques et industriels. Mon rôle a été de proposer des outils méthodologiques pour aider les élèves à concevoir leurs propositions. Il s'agit des étapes 1, 2, 3 et 4.

### 2.2.1. Étape 1 : Séminaire de sensibilisation aux problématiques énergétiques

L'atelier a débuté par trois présentations ayant pour but de sensibiliser les élèves-designers aux enjeux et opportunités de la pratique du design dans le domaine énergétique :

- Présentations des défis liés à la maîtrise de la consommation électrique dans l'habitat<sup>33</sup> ;
- Sensibilisation sur la thématique des représentations visuelles de données<sup>34</sup> ;
- Présentation<sup>35</sup> d'exemples de réalisations menées dans le laboratoire design.

A l'issue de ces présentations, le sujet d'étude a été présenté aux élèves. Il leur était demandé d'explorer la thématique des *interstices informationnels* et de concevoir des propositions sous la forme de scénarios accompagnés de maquettes.

### 2.2.2. Étape 2 : Création de persona et maison

Proposer des dispositifs diffusant des informations énergétiques implique de bien connaître les besoins du public à qui on le destine. Or, ces besoins peuvent varier en fonction du type de logement occupé et des habitudes de consommation des personnes. Par exemple les besoins en électricité d'une famille nombreuse occupant une maison de 150 m<sup>2</sup> seront différents de ceux d'une personne seule, vivant dans un studio.

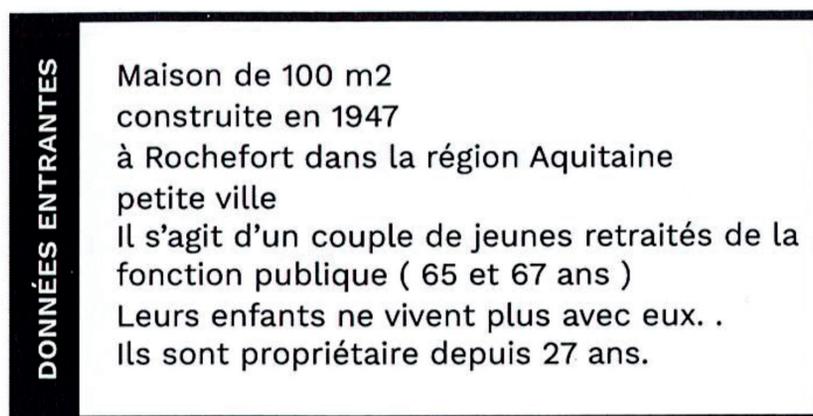
Nous souhaitons que les propositions des élèves soient représentatives de cette diversité. Pour cela, nous leur proposons de travailler sur la base de *persona* de consommateurs.

### 2.2.2.1. Des *persona* bâtis sur la représentativité du parc logement français

Selon C. Bornet et E. Brangier (Bornet et Brangier 2013) la méthode des *persona* est une « méthode simplifiée de modélisation d'utilisateurs, créée à partir de données réelles, afin de fournir aux concepteurs de dispositifs techniques, [...] des informations personnalisées et engageantes. » Cette méthode permet de « faciliter la compréhension des buts, motivations et comportements des personnes qui utiliseront une interface » (Spool 2007).

Nous fournissons donc cinq *persona* à cinq groupes d'élèves. Chacun de ces *persona* présente un type d'habitation bien précis et l'ensemble correspond aux foyers les plus représentés dans le parc immobilier français (Arnault et al. 2015).

Figure 39 – Exemple d'informations fournies à un groupe d'élève pendant l'atelier de travail du 01 décembre 2017.



Ces *persona* définissent les données relatives à l'habitation (superficie, date de construction, localisation) et à ses occupants (nombre, âge, activité et statut d'occupation du logement) comme illustré par la Figure 39.

### 2.2.2.2. Les *maisona*, des *persona* à l'échelle du foyer

Les plans tracés par les participants de l'étude empirique (Figure 25-a) ont facilité l'identification de leurs usages électriques. Nous utilisons le même procédé en demandant aux élèves de décrire avec précision le foyer occupé par leur *persona* et par extension, d'imaginer leurs possibles besoins en informations.

Pour cela, nous avons conçu une fiche que nous avons appelée *maisona*. Une *maisona* reprend le modèle du *persona* mais se focalise à l'échelle du foyer. Nous définissons une *maisona* comme **une méthode de modélisation simplifiée d'un bâtiment (un plan), créée à partir**



Figure 40 – Photographie réalisée pendant l'exercice des *maisona*. Un élève liste et localise les objets électriques présents dans l'habitat du *persona*.

de données réelles (Arnault et al. 2015), afin de permettre aux utilisateurs d’imaginer les besoins et comportements énergétiques des habitants.

Chaque groupe d’élèves reçoit une fiche papier au format A3 (Figure 40) avec pour consigne de la compléter. Au centre du document figure le plan d’une habitation correspondant au foyer décrit par le *persona*. L’image est légèrement grisée pour permettre aux élèves de dessiner et localiser :

- les appareils électriques utilisés par les occupants ;
- les flux d’informations existants dans la maison ;
- les informations énergétiques disponibles.

Avec l’annotation de ce document que nous avons nommé *maisona*, les élèves sont invités à imaginer plus précisément les habitudes de vie des habitants, à déduire leur potentiel besoin en informations (où, quand et quoi) et à identifier des possibles interstices capables d’afficher ces informations.

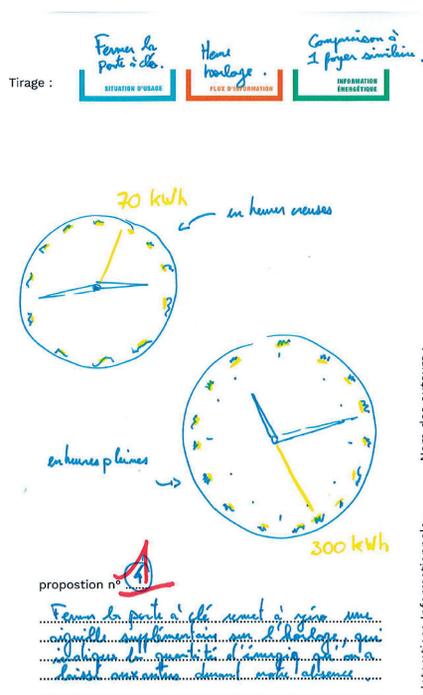
Figure 41 – Exemple de proposition énoncée à l’issue de l’atelier sur les *persona*.

### 2.2.3. Étape 3 : Création de scénarios

À la suite de l’annotation des *maisona*, nous demandons aux groupes d’élèves de faire des associations entre des activités quotidiennes, des flux d’information et des informations énergétiques dans le but de générer des propositions d’*interstices*.

La journée s’est terminée par une présentation collective des propositions comme par exemple la Figure 41.

Dans cet exemple, les élèves ont sélectionné comme situation d’usage « fermer la porte à clé » (indique que l’on s’apprête à quitter l’appartement), comme flux d’information « l’affichage des heures sur une horloge » et comme information énergétique « comparaison de consommation avec un foyer similaire<sup>36</sup> ». L’assemblage entre ces trois valeurs permet aux élèves d’imaginer une horloge murale qui intègre, en plus de sa capacité à afficher l’heure, une aiguille supplémentaire indiquant la



Nom des auteurs : .....  
Atelier les Interstices Informatonnels - 01 décembre 2017

quantité d'énergie consommée pendant la période d'absence de son propriétaire.

#### 2.2.4. Étape 4 : Réception de données de consommation simulées

Utiliser les méthodes des *persona* et des *maisona* semble bénéfique pour imaginer les besoins des usagers. Toutefois, ces méthodes sont limitées car elles ne permettent pas d'estimer leurs profils de consommation électrique.

Afin de renseigner cette information aux élèves-designers, nous utilisons les données collectées lors de l'exercice des *maisona* pour alimenter un logiciel de simulation et de générer des données de consommation personnalisées. Les données collectées correspondent au logement (localisation, superficie, année de construction), aux appareils électriques (quantité, type) et aux habitants (nombre, présence dans le logement, habitudes). Pour réaliser ces simulations, nous utilisons le logiciel *DiagSérie*.

Nous obtenons, pour chacun des *persona/maisona*, les **consommations en kW/h au pas horaire de tous les appareils référencés sur une période totale d'un an**. Il s'agit de la maille la plus fine que le logiciel puisse fournir.

Nous utilisons le logiciel *tableau Software* pour réaliser les visualisations graphiques des données obtenues et le logiciel *Indesign* pour les mettre en page. 15 jours après le lancement de l'atelier, un livret A4 est soumis aux élèves-designers. Ce document compte quatre pages. Sur la couverture, un diagramme composé de 5 courbes représente les profils de consommation des 5 *persona*. La page n°2 regroupe trois diagrammes en barre. Le premier (en haut) représente les totaux mensuels de consommation électrique (kWh), le deuxième (au milieu) représente la consommation moyenne pour chaque jour de la semaine, la troisième (en bas) représente la consommation moyenne pour chaque heure de la journée. Ces trois diagrammes sont présentés verticalement au milieu de la page afin de laisser la place aux élèves de les annoter. La page n°3 inclut également des diagrammes en barres verticaux. Le premier (en haut) représente de manière ordonnée la part de consommation pour chaque pôle. Le deuxième, le diagramme en barres empilées, permet de visualiser quantité horaire moyenne d'électricité consommée pour chaque pôle de consommation. Enfin, sur la page n°4, un diagramme de 8 courbes représente l'évolution

horaire de la consommation moyenne en kWh pour chaque pôle (Figure 42).

### 2.2.5. Étape 5 : Présentation intermédiaire et expertise

Aidés par les exercices précédents, les élèves ont eu 20 jours pour faire des propositions. A ce stade, ils travaillent désormais individuellement. Le 21 décembre 2017, ils présentent leurs premières intentions sous la forme de dessins, de vidéos et de maquettes. Ils bénéficient de retours critiques provenant d'un expert en design dans le domaine de l'énergie. Ces commentaires ont pour but de consolider des choix de création ou bien de les revoir afin qu'ils restent pertinents vis-à-vis de la demande initiale.

### 2.2.6. Étape 6 : Présentation finale et sélection de projets

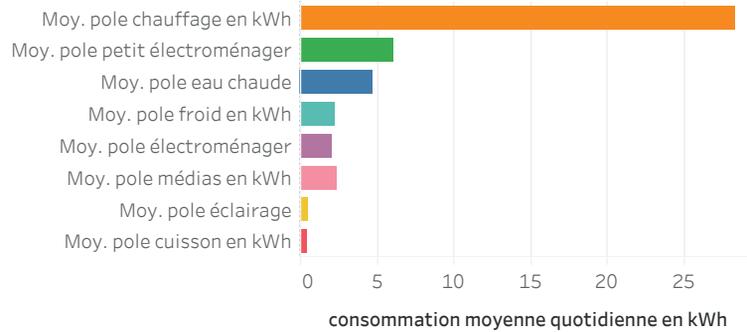
L'atelier s'est clôturé sous la forme d'une présentation individuelle des projets. En une dizaine de minutes, chaque élève argumente ses choix créatifs à l'aide de maquettes d'aspects<sup>37</sup> et de slides de présentation. Il doit argumenter sur la pertinence de l'*interstice* choisi, préciser quelles sont les informations diffusées et la manière dont elles sont encodées. Après la présentation, un jury composé d'experts effectue la sélection des propositions jugées les plus pertinentes selon des critères industriels.

## 2.3. Recueil de données

Tout au long de l'atelier, trois questionnaires<sup>38</sup> ont été envoyés aux élèves afin d'obtenir des retours sur les méthodes qui leur ont été proposées : les *persona*, *maisona* et simulations.

Ces données ont été recueillies et analysées pour déterminer l'efficacité des méthodes.

## consommation quotidienne par pôle



## répartition quotidienne des consommations par poles ( avec chauffage)

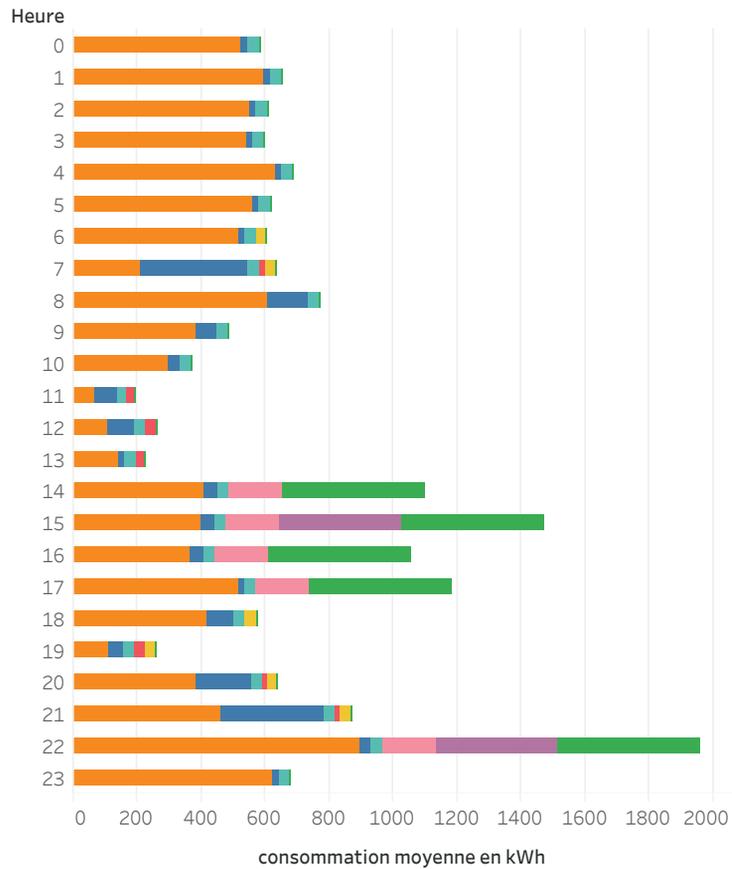


Figure 42 – Représentation visuelle de la consommation moyenne quotidienne des dépenses énergétiques d'un foyer décrit par un groupe d'élèves.

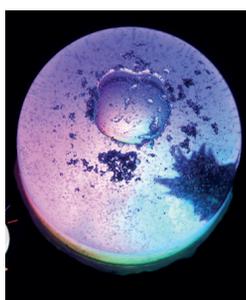
### 3. Résultats

Dans cette section, nous présentons deux types de résultats :

- Nous détaillons la production des élèves. Nous vérifions si elle respecte le concept d'*interstices informationnels* et ses critères de design. Ensuite, nous utilisons le Design Space pour évaluer le caractère novateur de cette production ;
- Nous présentons un retour critique relatif à l'utilisation des méthodes des *persona*, *maisona* et simulations de données.

#### 3.1. Propositions des élèves

À l'issue de la période de l'atelier, 15 propositions ont été émises par les élèves-designers ([Figure 43](#)). Elles ont été présentées sous la forme de maquettes d'aspect, de maquettes de principes techniques et de dessins. Une présentation orale a précisé le scénario d'usage de ces propositions. Sept exemples seront cités dans les différentes sections de ce chapitre : *Callan*, *Vost edf*, *Dactylo*, *Mist*, *Testeur d'électricité*, *Loieza et Particules*.



1. Boule magique



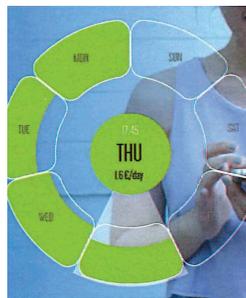
2. Callan



3. Okilélé



4. Keynote



5. Consumption clock



6. Loeizia



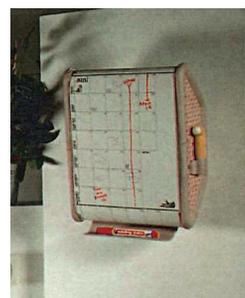
7. Magnet prediction



8. Tapis



9. Vost EDF



10. Jetson-tread 1000



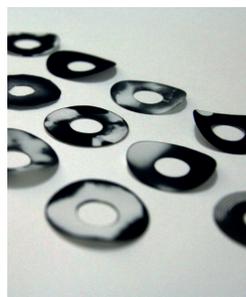
11. Arret sur image



12. Dactylo



13. Mist



14. Testeur d'électricité



15. Particules

Figure 43 – Planche contact regroupant les 15 propositions présentées par les élèves le 28 janvier 2018.

### 3.1.1. Les propositions correspondent-elles au concept d'interstices informationnels ?

	Dactylo	Loeiza	Vost EDF	Testeur d'électricité	Keypot	Mist	Callan	Arret sur image	Tapis	Okiléle	Particules	Jetson-tread 1000	Magnet prédiction	Boule à neige	Consumption clock
Critère 1: Situé dans le contexte domestique	+	+	+	+	+	-	+	+	-	+	+	+	-	-	-
Critère 2: Information discrète	+	+	+	+	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-
Critère 3: Information temporaire	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	-	+	-	-

Tableau 9 – Tableau regroupant les propositions des élèves (colonnes) et les critères de conception (lignes).

Avec l'organisation de cet atelier, le DesignLab d'EDF et moi-même souhaitons que le concept des *interstices informationnels* (voir chapitre 6) soit exploré le plus largement possible. Pour cela, nous avons demandé aux élèves de créer un dispositif domestique capable de diffuser des informations énergétiques en respectant les critères suivants :

- Critère 1 : le dispositif est situé dans le contexte domestique ;
- Critère 2 : l'information diffusée est discrète. Cette information apparaît toujours au second plan, derrière la fonction initiale de l'objet ;
- Critère 3 : l'information est temporaire. Elle est définie par le temps usage de l'objet.

Afin de vérifier si les propositions finales correspondent au concept des *interstices informationnels*, nous utilisons une matrice d'analyse (Tableau 9). Chaque colonne représente une proposition et les trois lignes correspondent aux trois critères de conception. Lorsqu'une proposition respecte un critère nous codons la case d'un « + ». Au contraire, le codage « - » indique que le critère n'est pas respecté. Une fois codées, les propositions sont ordonnées de la gauche pour celles qui respectent tous les critères vers la droite pour celles qui n'en respectent aucun.

Le résultat de cet encodage nous apprend que cinq dispositifs répondent à l'ensemble des critères de conception. Six dispositifs répondent à deux critères, deux dispositifs répondent à un seul critère. En revanche, deux dispositifs sont hors sujet car ils ne répondent à aucun des critères demandés.

Le critère n°1 est respecté à 66%. Nous observons que le critère n°2 est celui qui a été le plus respecté par les élèves (73%). Le critère n°3 est celui qui est le moins respecté (53%).

### 3.1.2 Ces propositions sont-elles nouvelles ?

Nous souhaitons découvrir si ces propositions sont novatrices par rapport à la collection d'artefacts identifiés dans le chapitre 3. Pour le découvrir, nous les caractérisons à l'aide du Design Space et observons les nouveaux ajouts ([Figure 44](#)).

#### 3.1.2.1. Caractérisation des propositions

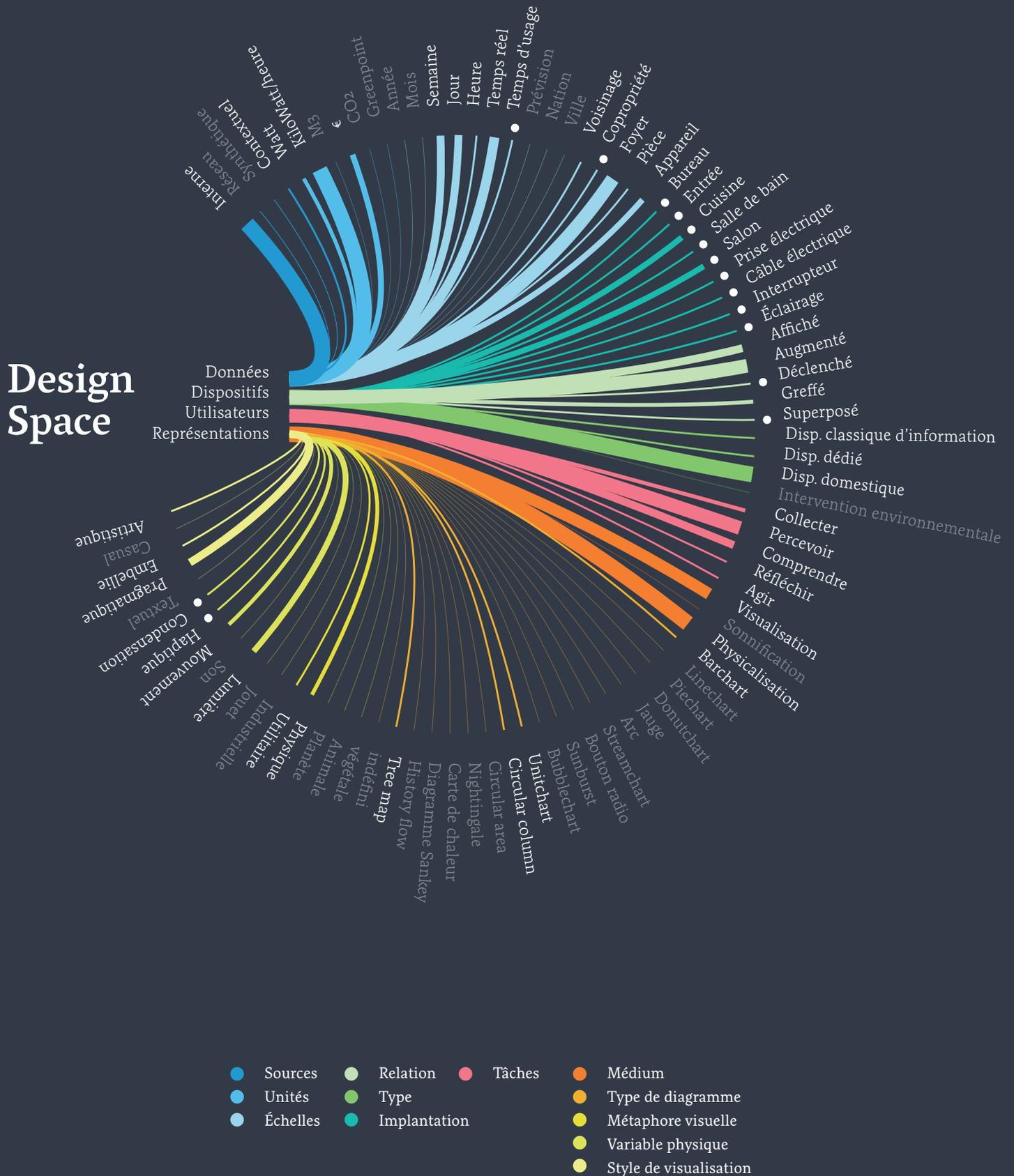
- [Données](#)

La distribution des types de données et des unités utilisées diffère peu des résultats obtenus pour le corpus d'artefacts. La source de données majoritaire reste **consommation interne** (53%). L'unité énergétique du **kWh** est utilisée par 80% des propositions. Les élèves ont conçu des propositions capables de diffuser des informations à **l'échelle du foyer** (60%). Par contre, nous remarquons que les échelles temporelles utilisées sont plus variées. La diffusion en **temps réel** représente toujours l'échelle la plus utilisée (33%) mais est partagée avec celles de la **semaine** (20%) ou de la **journée** (20%).

- [Représentations](#)

En ce qui concerne la dimension représentations, nous constatons que les catégories de médiums les plus représentées sont les **visualisations** (40% des propositions) et les **physicalisation** (40% également). Ce résultat diffère de la répartition obtenue lors de l'analyse des artefacts du Design Space où les visualisations (68%) étaient largement plus représentées que les physicalisations (28%). Toutefois ce résultat est proche de ceux que l'on avait obtenu en observant uniquement les productions du domaine design (chapitre 3, section 4.4.2). Les styles de visualisations sont répartis de manière plus homogène et les

Figure 44 – Localisation des propositions dans le Design Space. Les points aux extrémités des branches indiquent une nouveauté.



digrammes utilisés ne présentent pas de nouveautés. En revanche, en ce qui concerne les physicalisations, nous identifions l'utilisation de nouvelles variables physiques.

- Dispositifs

74 % des propositions appartiennent à la catégorie **appareils domestiques** et 60% sont des **objets augmentés**. Ce résultat n'est pas étonnant compte tenu du sujet de l'atelier.

- Tâches

La distribution des tâches effectuées par les usagers est proche des résultats obtenus lors de l'analyse du corpus d'artefacts. Les tâches les plus représentées restent **comprendre** (40%) et **percevoir** (47%).

**En conclusion**, les propositions des élèves se distinguent des artefacts du corpus par une nette exploration des *dispositifs domestiques*, en particulier les objets augmentés. Également, nous constatons une grande créativité dans l'utilisation de variables physiques pour représenter des informations.

### 3.1.2.2. Ajouts dans le design Space

La caractérisation de ces 15 propositions nous a permis d'enrichir le Design Space de nouvelles sous-dimensions. Nous les présentons dans cette section.

- Données : nouvelles échelles spatiales et temporelles.

Nous repérons des nouveautés dans les échelles spatiales et temporelles.

La proposition *Particules* se distingue des autres par le territoire qu'elle occupe, à savoir les zones communes d'un logement en copropriété. Son concepteur a choisi d'utiliser les boîtes aux lettres comme support d'affichage de deux échelles d'information sur la consommation électrique. À l'intérieur des boîtes aux lettres, un afficheur privé diffuse des informations correspondant au foyer respectif. Sur l'intégralité des façades, un affichage grand format renseigne l'ensemble des habitants sur les dépenses communes. Nous nommons cette échelle *copropriété* et la localisons entre *foyer* et *voisinage*.

La proposition *testeur d'électricité* situe l'échelle temporelle des données au temps d'usage cumulé de l'appareil. Dans cette situation, ces durées ne correspondent pas à des périodes régulières. Nous nommons cette échelle *Temps d'usage*.

- Représentation : Ajout de nouvelles variables physiques

Pour représenter les informations, nous découvrons que les élèves utilisent des variables physiques non référencées dans le Design Space : *haptique, et condensation*.

Le concepteur de l'interrupteur *Dactylo* fait l'hypothèse que ce type d'objet est souvent actionné de façon automatique. Dans ce cas, l'habitude du geste l'emporte sur le visuel. Il décide donc d'utiliser la dimension tactile pour diffuser des informations. Nous la nommons *haptique*.

La proposition *Mist* est un miroir de salle de bain. Sa fonction principale est de réfléchir l'image de son environnement et de se débarrasser via l'action d'une résistance électrique. Sur cet objet, le concepteur a eu l'idée d'utiliser la buée pour afficher des informations. Nous nommons cette variable physique *condensation*.

- Dispositif

Nous détectons deux nouvelles relations dans la dimension des dispositifs : *déclenchée et superposée*. Également, nous identifions une nouvelle sous-dimension que nous nommons *implantation*.

La proposition nommée *Callan* est un plateau de recharge pour appareils mobiles qui fonctionne par induction. Ce dernier n'embarque pas de moyens de diffuser des informations mais exploite la proximité avec l'écran d'un smartphone pour le faire. Ce dispositif est un objet *augmenté* car il intègre une technologie facilitant la communication d'informations. Nous qualifions ce type de relations de *déclenchées*. Cela désigne un appareil qui exploite l'interaction et la proximité avec un système d'affichage externe pour diffuser des informations énergétiques.

Une autre proposition, appelée *VOST EDF* exploite également les capacités d'affichage d'un média existant, en l'espèce, la télévision. Il s'agit d'un programme que l'utilisateur a installé comme une application

et qui fonctionne en surcouche sur les programmes habituels. Il s'agit d'une greffe, non pas sur un dispositif comme précédemment, mais sur un affichage préexistant. Nous nommons cette relation *superposée*.

Propositions	Implantation	
	Localisé	Distribué
Okilélé	-	Prise électrique
boule à neige	-	-
testeur d'électricité	-	Câble électrique
arrêt sur image	Cuisine	-
keypot	Entrée	-
jetson-tread1000	Cuisine	-
consumption clock	-	-
mist	Salle de bain	-
tapis	Salon	-
dactylo	-	Interrupteur
Loeiza	-	Éclairage
callan	Bureau	-
particules	Espace commun	-
vost EDF	salon	-
magnet prediction	Cuisine	-

Tableau 10 – Qualification de l'implantation des propositions

La plupart des propositions énoncées ont été localisées précisément dans l'espace du foyer. Au vu de l'importance du contexte dans l'appréciation des informations, nous avons créé une nouvelle sous-dimension que nous avons nommée *implantation* (Tableau 10). Nous distinguons deux subdivisions :

- *Localisée* : l'implantation est dite localisée lorsque l'endroit où est utilisé le dispositif, est une pièce du foyer. Les élèves citent l'entrée (x2), la cuisine, la salle de bain, le salon, le bureau et les espaces communs.
- *Distribuée* : l'implantation est dite distribuée lorsque la présence du dispositif est répétée dans plusieurs pièces du logement. Cette définition concerne principalement les terminaux électriques comme les prises, les interrupteurs, les câbles et les points d'éclairage.

Parmi les propositions, nous comptabilisons 9 dispositifs à implantation localisée et 4 dispositifs à implantation distribuée.

- Combinaison de deux tâches

Les élèves ne décrivent pas de nouvelles tâches. Par contre, une proposition implique une association entre plusieurs tâches, à savoir *percevoir et comprendre*.

La proposition nommée *Loieza* s'incarne sous la forme d'une ampoule que l'utilisateur peut disposer où bon lui semble. Cet objet a pour fonction principale d'éclairer l'espace dans lequel il se trouve. Il possède également la capacité d'informer l'utilisateur d'une consommation anormale. Pour cela, son intensité varie sensiblement. Selon le concepteur, l'utilisateur **perçoit** cette information. Toutefois, la variation de l'intensité lumineuse d'une ampoule est un encodage trop limité pour expliquer les raisons d'une consommation anormale. Dans ce cas, pour faire en sorte que les utilisateurs puissent **comprendre**, le concepteur décide d'intervenir sur le site officiel du fournisseur d'énergie EDF&MOI. Sur ce site, l'utilisateur retrouve une version virtuelle de son ampoule et identifie les causes de sa consommation anormale. Le concepteur choisit donc de mutualiser deux tâches et deux instruments : être alerté avec l'ampoule et comprendre une situation sur internet.

**En conclusion**, en comparant les 15 propositions avec le Design Space que nous avons construit dans la première étude de cette thèse, nous avons pu détecter que certaines créations étaient novatrices. Cet exercice de comparaison a également eu pour conséquence de faire évoluer la structure du Design Space par l'ajout de nouvelles échelles de données, de nouvelles variables physiques pour les physicalisations, de critères de relations et de descriptions de tâches combinées. Pour la dimension *dispositifs*, nous avons ajouté une nouvelle sous-dimension appelée *implantation*.

### **3.1.3. La proposition des critères du concept d'*interstices informationnels* a permis de générer des nouveautés.**

Dans les précédentes sections nous avons identifié quelles étaient les propositions qui respectaient les critères du concept d'*interstices informationnels* (3.1.1) et découvert que le travail des élèves apportait des nouveautés dans le Design Space (3.1.2).

Nous désirons désormais relier ces deux résultats et déterminer si l'application des critères du concept d'*interstices informationnels* a permis de générer ces nouveautés. Pour le découvrir, nous utilisons une matrice d'analyse (Tableau 11) pour identifier quelles sont les propositions qui apportent des nouveautés. Les propositions sont présentées en colonne selon 4 catégories : la catégorie A regroupe les propositions qui respectent tous les critères, la catégorie B regroupe les propositions qui respectent deux critères, la catégorie C regroupe celles qui en respectent un seul et la catégorie D celles qui n'en respecte aucune.

Chaque ligne du tableau correspond à une nouveauté. Lorsqu'une nouveauté correspond à une proposition, nous codons la case avec la couleur verte.

Tableau 11 – Croisement des résultats des précédentes sections. Les nouveautés observées sont reliées aux propositions qui leur correspondent par la couleur verte.

	Dactylo	Loeiza	Vost EDF	Testeur d'électricité	Keypot	Mist	Callan	Arret sur image	Tapis	Okilélé	Particules	Jetson-tread 1000	Magnet prédiction	Boule à neige	Consumption clock
Temps d'usage				■											
Copropriété											■				
Bureau							■								
Entrée					■										
Cuisine								■				■	■		
Salle de bain						■									
Salon			■						■						
Prise électrique										■					
Câble électrique				■											
Interrupteur	■														
Éclairage		■													
déclenché							■								
Superposé			■												
Haptique	■														
Condensation						■									
	CATÉGORIE A					CATÉGORIE A					CAT. C		CAT. D		

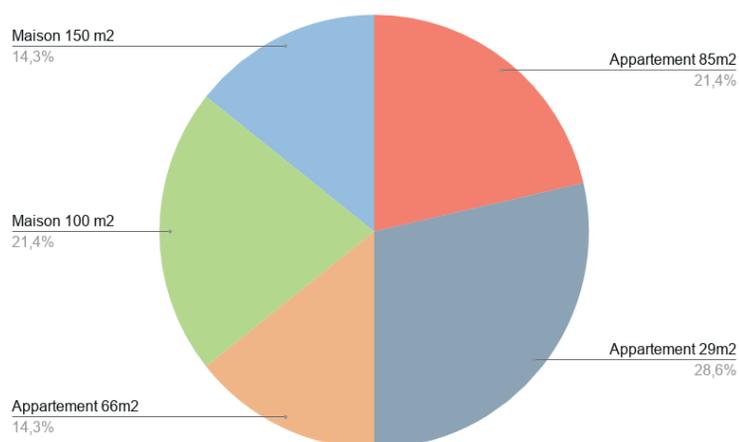
Grâce au Tableau 11, nous faisons deux observations :

- La plupart des nouveautés sont concentrées dans les catégories A et B :  
Nous remarquons que les nouveautés concernent principalement les propositions qui respectent au moins deux critères (8 nouveautés comptabilisées dans les catégories A et B). Au contraire, les propositions ne respectant aucune catégorie ne présentent pas de nouveautés.
- Les propositions regroupant plusieurs nouveautés se trouvent uniquement dans les catégories A et B :  
Cinq propositions regroupent deux nouveautés (*Dactylo*, *Vost EDF*, *Testeur d'électricité*, *Mist* et *Callan*). La catégorie A en compte trois. Les deux restantes se trouvent dans la catégorie B.

**En conclusion**, ces observations semblent indiquer que parmi les propositions émises par les élèves-designers, celles qui présentent le plus de nouveautés correspondent à celles qui ont respecté au moins deux critères du concept d'*interstices informationnels*.

### 3.2 Retours critiques sur la méthode de travail

Figure 45 – Graphique représentant les types de foyers renseignés dans les propositions finales des élèves.



Les participants de cet atelier étaient tous des étudiants en design. Afin de les aider à concevoir des *objets interstices* et à respecter les défis de design, nous avons décidé de les accompagner avec trois outils. Ils visaient respectivement : à garantir que les scénarios explorés couvrent une population représentative (*persona*), que les élèves se

projetent plus facilement dans les habitudes de leur cible (*maisona*), et que les données représentées soient réalistes (simulations).

Tout au long de l'atelier, des questionnaires ont été envoyés aux élèves afin d'obtenir des retours sur ces outils. Nous présentons dans cette section les retours exprimés par les élèves.

- [Persona](#)

Nous avons analysé les déclarations des élèves lors de leur présentation finale pour détecter les types de logements dans lesquels ils projetaient leurs créations ([Figure 45](#)). Nous constatons que les cinq types présentés initialement avec la méthode des *persona* sont préservés, avec toutefois une tendance plus forte pour les appartements de petites tailles.

- [Persona & Maison](#)

À la question « Êtes-vous familier de la méthode des *persona* ? », les élèves déclarent qu'ils ne le sont pas. Le score moyen obtenu est de 2 sur une échelle de Likert graduée de 1 (pas du tout familier) à 5 (très familier). Neuf élèves sur quinze n'arrivent pas à proposer de définition pour décrire cette méthode.

En revanche, nous notons que la méthode des *maisona* a été jugée utile par une majorité d'élèves. En effet, elle obtient la note moyenne de 3,8 sur une échelle de Likert graduée de 1 (pas du tout utile) à 5 (très utile).

*« La méthode persona permet de se donner une idée générale des besoins des français en faisant appel à un inconscient (collectif dans le cas de notre exercice en groupe), mais dans le détail, la discussion et l'observation avec différentes personnes en live donnaient beaucoup plus de petits indices. En étant proche de l'usage, on est plus proche de la manière dont les gens voient / ressentent leur consommation. » (Déclaration d'un élève à propos de la méthode des persona.)*

Enfin, nous constatons que les méthodes des *persona* et *maisona* ont surtout motivé les élèves à réaliser, encouragés par leur encadrant pédagogique, des entretiens avec des usagers réels. Beaucoup ont déclaré que cet exercice était utile pour esquisser une identification

des besoins mais qu'une observation était néanmoins nécessaire pour les décrire plus précisément. Les élèves ont tous réalisé à la suite de cet exercice, des rencontres avec des usagers. Par exemple, un élève décide de répertorier tous les gestes ayant un impact sur la consommation électrique (Figure 46). Ce travail lui permet d'observer que la majorité de ces gestes sont effectués de manière routinière et inconsciente. Il décide alors d'axer sa proposition sur une représentation haptique de l'information *i.e.* informer l'utilisateur d'un niveau de consommation via le toucher. Ce travail lui permet de concevoir le dispositif *dactylo*.



Figure 46 – Répertoire de gestes quotidiens sur des appareils nécessitant de l'énergie pour fonctionner. Assemblage de plans d'une vidéo réalisée par un élève.

- Simulations

Nous avons utilisé les données des *persona* et des *maisona* pour simuler celles de consommations représentatives. Ces simulations ont été visualisées sous la forme de diagrammes, assemblées sur un livret et distribuées aux élèves.

Les élèves ont déclaré utiliser régulièrement des simulations dans leurs projets. Le score moyen obtenu est de 3,01 sur une échelle de Likert graduée de 1 (jamais) à 5 (tout le temps). Toutefois, même si les élèves déclarent utiliser des données de simulation dans leurs projets, ils les comprennent comme des « *simulations 3D* ». Aucun ne semble avoir déjà réalisé de projet de visualisation utilisant des données simulées ou réelles.

Même si les élèves connaissent les visualisations de données, peu en ont déjà vues dans le liées à l'énergie. La lecture du document a permis de découvrir un peu mieux ce domaine. Ainsi, pour 40% d'entre eux, **l'historique journaliers des consommations** est l'information qu'ils comprennent le mieux. En revanche, lorsque nous leur demandons quelle est la représentation qui a été le plus utile pour leur projet, la répartition de consommation par objets est plébiscitée à 40% (Figure 47).

La lecture du document met également en évidence des caractéristiques insoupçonnées de la consommation électrique (Figure 42), comme la part importante du pôle chauffage ou la présence de pics de consommation<sup>39</sup> à certaines heures de la journée. Pour certains élèves, ces observations les ont aidées à orienter leurs travaux. Deux exemples illustrent ce cas :

- Découverte de la consommation de base du foyer<sup>40</sup>

Un élève découvre l'existence d'une consommation de base du foyer. Cette découverte lui donne l'idée de représenter la consommation des périodes d'absences des habitants. Il présente le projet *Keypot*. Il s'agit du dernier objet domestique avec lequel l'utilisateur se trouve lorsqu'il quitte son foyer, à savoir un pot où se trouvent les clés de son domicile. Cet objet lui indique si sa consommation de base est normale ou s'il a oublié d'éteindre certains appareils. En somme, la lecture du document de simulation lui a permis de détecter une caractéristique de la consommation électrique qu'il ignorait et qui a facilité le positionnement de sa proposition.

- Découverte de la répartition de consommation par appareil

Un deuxième élève découvre, via les visualisations, que certains types d'appareils électriques consomment beaucoup plus que d'autres. Selon lui, ces différences sont méconnues pour un usager novice et décide donc de les représenter sous la forme d'une *Treemap*. La taille des images représentant

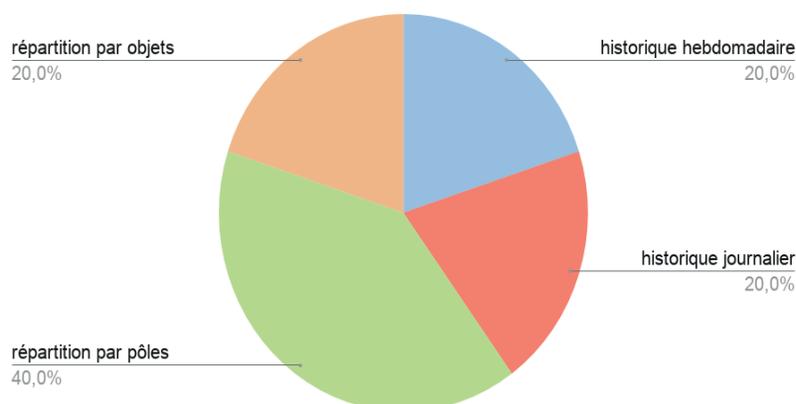


Figure 47 – Répartition des représentations que les élèves ont jugées les plus utiles pour leur projet. Graphique extrait de Googleform.

les appareils électriques est proportionnelle à la quantité d'électricité utilisée. Pour chaque bloc, l'élève décide de « transformer » l'image de l'objet concerné en fonction de sa valeur de consommation. Cette collection d'objets déformés est imprimée sur une carte qui est envoyée régulièrement à l'adresse postale de l'intéressé. Cet élève a déclaré vouloir proposer une image plus figurative des représentations qu'il avait découvertes sur le document. Il s'agit du projet *Arrêt sur image* (Figure 43-11).

## 4. Conclusion

Cet atelier de création propose une réponse à la question de recherche QR4 : « *Comment explorer et concevoir de nouveaux types d'appareils de feedback pour les usagers novices ?* ». Pour y répondre, nous avons organisé un atelier de créativité en réunissant 15 élèves designers sans formation en visualisation de données et non familiers des enjeux liés à la représentation de l'énergie. Cet atelier a été séquencé en six étapes. Durant cet atelier, trois outils méthodologiques ont été proposés. La méthode des *persona* pour garantir une diversité d'utilisateurs, la méthode combinée des *persona/maisona* pour faciliter l'exploration de leur mode de vie et des simulations de données pour garantir l'utilisation de données réalistes. Pendant cette période, des questionnaires en ligne ont été envoyés aux élèves dans le but de recueillir des retours critiques sur ces outils.

À l'issue de l'atelier 15 propositions ont été émises. En utilisant le Design Space comme outil comparatif, nous avons détecté le caractère novateur de certaines créations. Ces propositions ont eu pour conséquence de faire évoluer la structure du Design Space, en y ajoutant : de nouvelles échelles de données, de nouvelles variables physiques, des critères de relation pour les dispositifs et des descriptions de tâches combinées. Au final, 5 propositions émises répondent à l'ensemble des critères qui composent le concept d'*objets interstices*. Nous découvrons enfin que ces propositions sont celles qui sont nouvelles par rapport au Design Space.

Les retours critiques sur les outils méthodologiques indiquent que la méthode des *persona* a permis de conserver une diversité de profils. Les méthodes combinées des *persona/maisona* ont dû être appuyées par des observations empiriques et les simulations ont été considérées comme un outil d'analyse et de positionnement de projet. Toutefois, bien que cet atelier ait généré des résultats, il s'agit d'une première tentative qui gagnerait à être perfectionnée. Suivant ce constat, nous proposons dans la section suivante plusieurs points de discussion.

## 5. Discussions et perspectives de recherche

Dans cette section, nous discutons nos résultats sur les méthodes des *persona* et des simulations de données. Nous discutons également des points de perfectionnement de l'atelier comme la nécessité de privilégier l'exploration des zones sous-explorées du Design Space.

### 5.1. Vers un *persona* à compléter

L'utilisation de la méthode des *persona* avait pour buts : 1) de garantir que la représentativité du parc logement français soit respectée (Arnault et al. 2015) et 2) d'aider les élèves à mieux se projeter dans des buts, motivations, comportements et besoins en informations énergétiques différents des usagers (Spool 2007). Nous avons proposé aux élèves cinq « modélisations d'utilisateurs créées à partir de données réelles ».

Les résultats nous indiquent que cette méthode était peu connue des élèves et a été jugée moyennement utile pour définir des pistes de projets. Toutefois, nous remarquons que l'association entre cette méthode et celle des *maisona* a stimulé la créativité des élèves. Nous notons également qu'à la suite de l'exercice, les élèves ont rencontré le besoin de collecter eux-mêmes des données empiriques auprès d'utilisateurs réels.

Nous nous demandons alors, à l'image de ce qu'il se fait en ergonomie (Le Bail et al. 2013), si la méthode des *persona* ne gagnerait pas à incorporer cette expérience et qu'elle soit un exercice continu et progressif du général (modélisations d'utilisateurs basées sur des données réelles) vers le détail (observations de pratiques chez des usagers).

### 5.2. Privilégier les zones inexplorées du Design Space

Dans cet atelier, la consigne a été donnée aux élèves d'explorer et de concevoir des dispositifs illustrant le concept des *interstices informationnels*. Naturellement, les élèves se sont principalement concentrés sur le design du *dispositif*. Cette dimension a été la plus explorée parmi les quatre qui composent le Design Space.

Par conséquent, nous constatons que, malgré la présence de

nouveautés, les choix effectués par les élèves pour les *dimensions données* et *tâches* présentent peu d'originalité. En effet, les propositions exploitent les mêmes unités (électrique), les mêmes échelles (temps réel et échelle du foyer) et les mêmes tâches que la majorité des artefacts analysés dans l'étude 1.

Il serait souhaitable que les propositions de futurs ateliers comportent plus de nouveautés dans toutes les dimensions.

Nous pensons qu'il serait utile de reformuler la consigne donnée aux élèves en les orientant vers les zones inexplorées du Design Space.

### 5.3. Rendre les données plus facilement manipulables

Les exercices combinés des *persona*, des *maisona* et des observations ont facilité la proposition d'*objets interstices*. Afin que les élèves puissent utiliser des données crédibles, nous leur avons distribué des simulations personnalisées sous la forme d'un document papier.

Nous nous sommes rendu compte que la lecture de ces documents avait aidé les élèves à comprendre les caractéristiques liées à la consommation électrique. Par exemple, ils ont découvert qu'il existe une consommation minimale du foyer (appelée *baseline*) ou encore qu'il existe une grande disparité entre les sources de consommation d'appareils électriques. Mais bien qu'elles aient servi de supports d'analyse, ces données ont peu été intégrées dans les propositions des élèves. En effet, les quantités d'énergie représentées étaient souvent floues voire même inexistantes. Nous avons conscience que ces élèves n'ont pas l'habitude d'intégrer des données ni même de concevoir des visualisations.

Pour les aider à intégrer cette dimension, peut être pourrions-nous proposer un outil plus évolué qu'un simple document papier ? Nous pensons qu'une version dynamique sur écran pourrait leur permettre :

- D'explorer les données plus librement en sélectionnant des catégories prédéfinies, comme par exemple, l'évolution globale sur un an, le classement des appareils les plus consommateurs ou bien la mise en évidence des moments de pic ;
- De cibler des types de données en relation avec leurs intentions de projet, par exemple, les élèves pourraient sélectionner les

plages de temps qu'ils souhaitent ou bien choisir d'afficher que les consommations de certains pôles ;

- De créer leur propre mode de visualisations. Cet exercice aurait certainement des avantages pédagogiques pour des usagers novices.





## Résumé de l'atelier

*Avec cet atelier nous accompagnons l'exploration du concept des interstices informationnels, faite par un groupe d'élèves, pour répondre à la question de recherche 4. Pour les aider à concevoir leurs propositions, nous leurs avons proposé trois outils méthodologiques : l'utilisation de persona, de maison et de simulations de consommations personnalisées. Ces outils permettent aux élèves de se projeter dans des contextes différents des leurs, en appréhendant d'autres habitudes électriques domestiques, en utilisant des données réalistes par rapport à la cible qu'ils ont choisi. Ces outils respectent enfin la représentativité du parc logement français.*

*Nous obtenons quatre résultats de deux types. Les deux premiers résultats concernent la production des élèves et les derniers sont un retour critique des outils que nous avons proposés aux élèves.*

- *15 propositions ont été produites et 5 répondent à l'ensemble des critères qui composent le concept d'interstices informationnels ;*
- *En utilisant le Design Space comme outil comparatif, nous avons détecté le caractère novateur de certaines créations. Ces propositions (celles qui respectent le concept d'interstices informationnels) ont eu pour effet de faire évoluer la structure du Design Space.*
- *Nous avons conçu un atelier de création basé sur trois méthodes les persona, maison et simulations de consommation ;*
- *Les retours critiques sur les outils méthodologiques indiquent que la méthode des persona a permis de conserver une diversité de profils. Les méthodes combinées des persona/maison ont dû être appuyées par des observations empiriques et les simulations ont été considérées comme un outil d'analyse et de positionnement de projet.*



# Chapitre 8 : Exploration industrielle du concept d'interstices informationnels

## 1. Introduction

Le dernier chapitre de cette thèse présente l'exploration du concept *d'interstices informationnels* menée avec les designers du DesignLab d'EDF. Ce projet a débuté quelques semaines après l'atelier présenté dans le chapitre 6. Il n'en est pas la continuité mais une voie alternative dont les méthodes ont été adaptées pour correspondre au cadre industriel.

Nous présentons tout d'abord le contexte dans lequel s'est déroulé ce projet, puis nous détaillons la méthodologie engagée et présentons les résultats produits.

## 2. Contexte

Chaque année, le DesignLab réalise des *projets d'exploration*. Ils occupent un statut singulier dans l'activité globale du laboratoire car ils ne sont pas commandités. Ils s'écoulent sur des périodes longues et sont propices à l'exploration en profondeur des thématiques traitées. Ces projets sont néanmoins nourris par la dynamique commerciale d'EDF. *Interstices informationnels* fait partie de ce type de projet. Il a débuté au mois de février 2018 pour prendre fin au mois d'octobre de la même année.

## 3. Méthode de travail

Dans cette section, nous précisons quels sont les designers qui ont participé au projet ainsi que son déroulé.

### 3.1. Participants

Ce projet a sollicité un total de 13 designers qui sont intervenus à différentes phases du projet. Ces personnes ne contribuent pas toutes au projet en même temps. Huit d'entre elles connaissaient les résultats produits lors de l'atelier à l'ENSCI.

Au lancement du projet, nous leur avons demandé de concevoir un dispositif répondant au concept d'*interstices informationnels* et respectant les trois critères suivants : 1) un dispositif domestique situé dans le contexte domestique, 2) un dispositif qui diffuse des informations de façon discrète et 3) que ces informations soient temporaires. La même demande est identique à celle proposée aux élèves de l'ENSCI.

Compte tenu du contexte industriel et de la durée du projet nous avons modifié la méthode de travail.

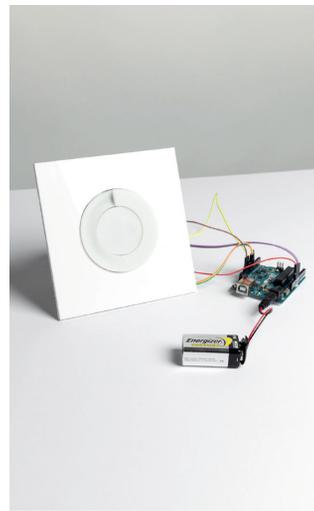
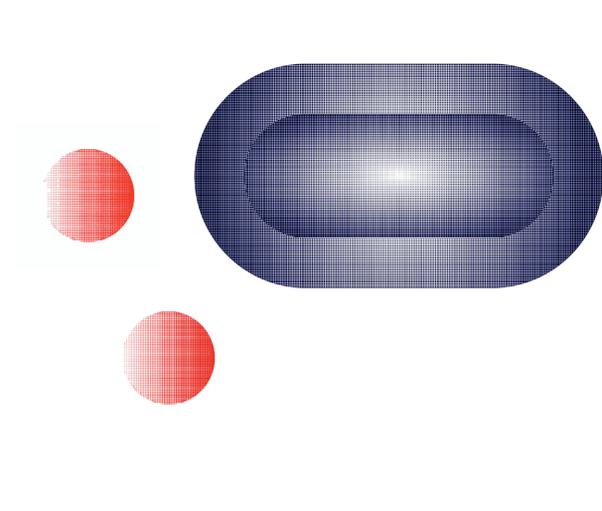
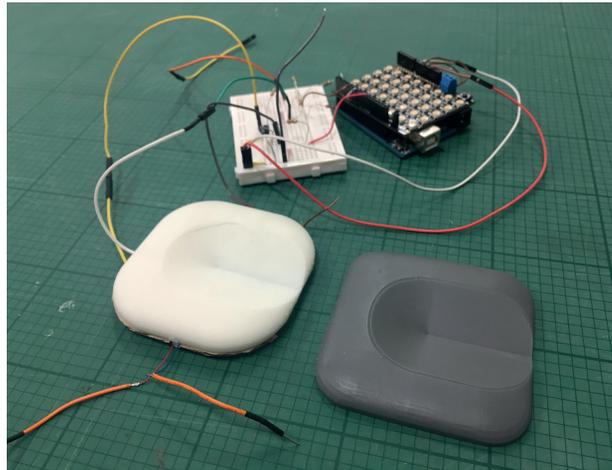
### 3.2. Déroulé

Ce projet suit une méthode de création courante (idéation, esquisse, maquettage, développement) mais exploite également les méthodes développées dans cette thèse. En effet, nous utilisons la méthode des *maisona* pour identifier des besoins en information. Nous empruntons également au Design Space les *dimensions des données et des tâches* pour parvenir à qualifier nos premières propositions (Figure 48).

informations énergétiques	échelle de temps					échelle spatiale					unités			
	H	J	S	M	A	objet	groupe d'objets	pièce	logment	ville	KWh	KVA	euros	CO2
je souhaite connaître ma consommation d'électricité en temps réel														
je souhaite être alerté en cas de surconsommation d'électricité														
je souhaite être prévenu d'une baisse de ma consommation d'électricité														
je souhaite savoir si je suis proche du seuil de puissance souscrite														
je souhaite savoir où et quand se produisent mes pics de consommation														
je souhaite observer les données de consommation de mes appareils en veille														
je souhaite savoir si je suis en HC ou en HP (inclus usagers équipés photovoltaïque), plage électricité verte...														
je souhaite connaître le budget idéal de ma consommation d'électricité														
je souhaite avoir une estimation du coût de ma consommation d'électricité à un instant T														
je souhaite comparer ma consommation d'électricité avec celles de foyers similaires														
je souhaite comparer ma consommation d'électricité avec celles de foyers éco-performants														
je souhaite comparer ma consommation d'électricité actuelle avec mes précédentes consommations														
je souhaite connaître l'impact environnemental de ma consommation d'électricité (empreinte carbone)														







### 3.2.4. Développement technique

Dans le même temps, trois designers œuvrent à l'identification des besoins techniques et à leur résolution. Ces besoins concernent aussi bien l'accès et le traitement des données que la mise au point de systèmes interactifs.

Ces travaux nous ont permis de pouvoir tester rapidement des propositions et d'affiner le design des dispositifs.

## 4. Résultats

Au terme des neuf mois de ce projet, nous avons proposé quatre dispositifs domestiques permettant la diffusion d'informations énergétiques fidèles au concept d'*interstices informationnels*.

Il s'agit d'un interrupteur, d'un chargeur à induction, d'une horloge et d'une station météo.

Pour chaque dispositif, deux prototypes ont été réalisés. Une maquette d'aspect pour incarner le projet et un prototype fonctionnel pour tester les principes interactifs, l'affichage des informations et le traitement des données.



Le code ci-dessous est un lien vers le site du DesignLab. Quatre vidéos présentent les fonctionnalités des projets réalisés. Le mot de passe pour accéder au site est **EDFDESIGN2019**.



## 4.1. Interrupteur

L'interrupteur domestique possède intrinsèquement un lien étroit avec la consommation électrique. Il permet d'agir sur elle très simplement. Ce terminal est l'un des rares, avec les prises et les sources d'éclairage, à incarner la présence de l'électricité dans l'espace domestique. Selon ce point de vue, il ensemble le candidat idéal pour embarquer des informations énergétiques.

L'accès à ces données s'opère par une commande capacitive, un appui un peu plus long sur la zone active. Dès lors que l'utilisateur effectue cette commande, un signal lumineux apparaît sous la forme d'un disque autour de son doigt. Cette représentation indique à l'utilisateur la quantité d'électricité utilisée en l'instant  $t$ . L'affichage est possible grâce à une matrice de LED implantée sous la zone tactile de l'interrupteur. Des diodes sont visibles en transparence lorsqu'elles sont allumées. L'interrupteur possède également un composant haptique permettant de déclencher une vibration pendant l'utilisation de la surface tactile.

Figure 50 – Le projet *interrupteur* entouré d'expérimentations.





### 4.3. Horloge

Une horloge est un objet domestique qui diffuse des informations horaires et qui est fréquemment observé. La consultation de l'heure aide les usagers à planifier les tâches qu'ils ont à effectuer dans leur vie de tous les jours. Le dispositif proposé associe à cette fonctionnalité la possibilité de visualiser des périodes futures favorables où planifier tâches énergivores, comme par exemple connaître la période où l'énergie sera moins chère pour lancer son lave-linge. **Il s'agit de deux informations extrêmement proches et qui partagent la même unité : le temps.** La première définit le temps à instant  $t$ , la deuxième définit une période avec un début et une fin.

Figure 52 – Le projet horloge entouré d'expérimentations.



#### 4.4. Station météo

Figure 53 – Le projet *Station météo* entouré d'expérimentations.

Le dernier dispositif de la collection est une station météo domestique. Ce dispositif s'intègre dans une routine quotidienne : la prise d'informations sur les prévisions météorologiques de la journée qui débute. La localisation de l'objet sur la surface d'une fenêtre renforce le lien avec des informations externes au foyer. L'utilisateur observe à la fois le dispositif et le paysage extérieur. **Dans ce contexte, spatial et temporel, diffuser des informations relatives à la composition du réseau électrique externe au foyer semble cohérent.**

Ce dispositif associe les données météo et le mix énergétique. La consultation mutuelle de ces données et le positionnement du dispositif sur la surface d'une fenêtre, correspondent à la définition que nous avons faite d'un *objet interstice*.

## 5. Conclusion

Pendant neuf mois, les designers du DesignLab dont je fais partie, ont décidé d'explorer en profondeur les possibilités offertes par le concept des *interstices informationnels*.

La thématique est similaire à l'atelier réalisé avec les élèves de L'ENSCI mais la méthode employée est différente. Nous exploitons toutefois la méthode des *maisona* et utilisons les *dimensions données* et *tâches* du Design Space pour détecter et qualifier des propositions.

Au final, nous avons obtenu 4 propositions incarnées sous la forme de maquettes d'aspect et de prototypes fonctionnels. Cette production a donné lieu à un dépôt de brevet, ce qui constitue une contribution industrielle importante.

## 6. Discussions

La réalisation de ce projet soulève néanmoins des sujets de discussion. Nous en proposons deux.

### 6.1. Tester in situ les prototypes en cours de développement

Pour le développement de ces prototypes, nous avons suivi une méthode de conception courante en design (idéation, esquisse, maquettage, développement). Cette approche présente l'avantage de pouvoir générer rapidement un grand nombre d'hypothèses et de les incarner tout aussi rapidement par des maquettes légères.

Cet atelier c'est donc déroulé exclusivement au sein du DesignLab pour des raisons d'accessibilité des ressources et de disponibilités des intervenants. Seuls deux aspects ont été sous-traités. Il s'agit 1) du maquettage final, réalisé dans une entreprise spécialisée et 2) de la partie *hardware* du projet station météo.

Nous aurions pu installer ces prototypes fonctionnels dans les domiciles des designers pour qu'ils puissent les éprouver au quotidien à l'image de ce que présentent J. Coutaz et J. Crowley (Coutaz et Crowley 2018). Nous avons fait l'hypothèse d'intégrer des informations dans des objets quotidiens mais peut-être que leur utilisation, hors laboratoire, pourrait permettre d'affiner les choix techniques et de perfectionner le design.

### 6.2. Représenter des données énergétiques externes à l'échelle domestique.

Lors de l'analyse des artefacts dans la première étude, nous avons observé que 38 d'entre eux, appelés dispositifs domestiques, proposaient la diffusion de données de consommation à l'échelle des appareils. Certains chercheurs (Melanie Rosemarie Herrmann 2018b; Cugliari et al., s. d.) soutiennent que la désagrégation de la courbe de charge faciliterait la compréhension et l'identification des usages les plus énergivores. Nous avons observé une stratégie de désagrégation parmi les participants de l'étude empirique, fondée sur l'observation de la rotation du disque dans les compteurs électromécaniques (Participant P3).

Seulement, lorsque nous avons commencé à développer nos propres dispositifs, nous nous sommes aperçus que l'obtention de ce type de données soulevait de sérieux défis techniques. Premièrement, parce que le système de comptage actuel n'est calibré que pour une mesure globale de la consommation et ne détecte pas la consommation de chaque appareil. Malgré la proposition d'une désagrégation de la courbe de charge via un algorithme que proposent J. Cugliari et al. (Cugliari et al., s.d.), cette technologie n'est à ce jour pas suffisamment mature pour être industrialisée. Une autre solution consiste à équiper chaque appareil d'une prise compteuse (Participant P5 de l'étude empirique), une alternative efficace mais qui demande un investissement de la part de l'utilisateur.

Cet état des technologies actuelles représente pour l'instant un sérieux frein à l'industrialisation de dispositifs permettant l'affichage de données de consommations mesurées pour chaque appareil.

Par contre, le développement des projets *horloge* et *station météo* nous a permis de découvrir de nouvelles sources de données, qui correspondent aux besoins des utilisateurs, et notamment, la prise de conscience globale du contexte énergétique au-delà de son propre foyer. Nous avons découvert que les principaux acteurs de la distribution d'électricité, ENEDIS et RTE ont opté pour la diffusion ouverte de nombreuses sources de données. À titre d'exemple, le site internet ENEDIS OPEN DATA (enedis 2019) propose 59 jeux de données différents. L'utilisation de ces jeux de données et la création de représentations adaptées aux besoins des usagers pourraient représenter un terrain riche en exploration.



# Conclusions

## 1. Rappel de la problématique

Depuis plus de vingt ans, le sujet des représentations énergétiques pour les usagers a mobilisé un grand nombre de chercheurs (Darby 2001; Wilhite et Ling 1995; Sharpe et Watts 1992; Dobson et Griffin 1992). Motivés par un enjeu environnemental fort, nombre d'entre eux ont proposé des dispositifs basés sur le principe du traitement rationnel de l'information (Catney et al. 2013; Strengers 2014). C'est sous cette forme que les énergéticiens les commercialisent. Pourtant, des études ont depuis démontré les limites de ces dispositifs à atteindre les objectifs de réduction de la consommation désirés. Ils ne permettent pas d'effectuer les économies escomptées (Schultz et al. 2007). Ces dispositifs sont très vite délaissés par les usagers (Quintal et al. 2012) et provoquent quelquefois des effets rebonds (Gaver et al. 2015; LIN 2017).

Désireux d'expliquer les raisons de ces limites, des chercheurs avancent que les usagers manquent de connaissances pour comprendre ce type d'informations et ne sont pas suffisamment experts pour interpréter correctement les visualisations de données (DeWaters 2007; Herrmann, 4th, et 2016, s. d.; Okan, Galesic, et Garcia-Retamero 2016; Castelli, Stevens, et Jakobi 2019; Boy et al. 2014).

**Nous émettons l'hypothèse que les usagers ne s'intéressent pas aux dispositifs de feedback actuels parce que ces derniers ne sont pas adaptés à leurs pratiques et qu'ils ne sont pas fondés sur leurs motivations d'accès à l'information.**

Pour le vérifier nous posons la question de recherche 1 : **Quels sont les choix de conceptions opérés par les créateurs d'outils de feedback actuels ?** Puis la question de recherche 2 : **Quelles sont les pratiques et les connaissances énergétiques des usagers ?** Et enfin adressons la question de recherche 3 : **Quels sont les écarts entre le point de vue des concepteurs et celui des usagers ?**

Nous nous demandons enfin si la prise en compte des pratiques des usagers pourrait permettre la création de nouveaux types de dispositifs de feedback et posons la question de recherche 4 : **Comment accompagner l'exploration et la création de dispositifs de feedback énergétiques ?**

## 2. Rappel de la démarche

Pour confronter cette hypothèse, nous avons proposé une stratégie de recherche divisée en deux parties. Dans la première partie, notre démarche se base sur la **description** puis la **comparaison** de deux points de vue : celui du concepteur et celui de l'utilisateur. Pour décrire celui des concepteurs, nous créons un *Design Space*. Son analyse nous permet de décrire les principaux choix des concepteurs.

Pour décrire le point de vue des usagers, nous dirigeons une étude empirique auprès d'un panel de dix participants. Nous les interrogeons sur la perception de leurs consommations puis observons leurs pratiques d'accès aux informations et analysons les données obtenues.

Nous confrontons ensuite ces deux points de vue et observons cinq profondes différences entre eux. Ce résultat confirme que les dispositifs proposés par les concepteurs ne répondent pas aux pratiques des usagers. Pour donner suite à cette découverte nous faisons la proposition de perspectives pour la conception de dispositifs prenant en considération les pratiques des usagers.

Dans la deuxième partie de la thèse, nous adoptons une *approche générative*. Nous sélectionnons une piste afin de l'explorer. Cette partie correspond également au volet industriel de cette thèse. Enjeux industriels et découvertes scientifiques ont donc été mutualisés pour la définition du concept *des interstices informationnels*. Nous avons alors dirigé l'atelier de cette thèse en demandant à des élèves designers de proposer des solutions fidèles à ce concept. Pour cela nous leur avons proposé des outils méthodologiques.

## 3. Contributions de cette thèse

Grâce aux études que nous avons réalisées, nous obtenons des résultats qui permettent d'adresser des réponses aux quatre questions de recherche et de porter un point de vue original sur cette thématique. Elles constituent des **contributions majeures** et sont présentées dans la section du même nom.

## **3.1. Contributions majeures**

### **3.1.1. Un Design Space pour décrire le point de vue des concepteurs**

Ce Design Space répond à la question de recherche 1 dans la mesure où nous sommes capables de décrire les principales tendances de conception pour chacune des dimensions qui le composent. Cette description propose un point de vue actuel de l'état des productions sur ce sujet.

Malgré une grande diversité de réponses, notamment dans la dimension des représentations, nous avons découvert que les concepteurs adressent principalement des dispositifs utilisant des visualisations héritées du monde expert via des applications où logiciel et qu'ils attribuent aux usagers des tâches de faible engagement basées sur le contrôle régulier des informations.

### **3.1.2. Description des stratégies d'accès aux informations des usagers**

Nous proposons une description détaillée des stratégies employées par les participants pour accéder à des informations énergétiques. À travers cette observation, nous identifions et décrivons les raisons qui les poussent à agir (déterminants externes et internes), les instruments qu'ils utilisent ainsi que les tâches qu'ils exécutent. Nous sommes soucieux de décrire la manière dont tous ces éléments se combinent.

Nous découvrons tout d'abord que les pratiques des participants sont ponctuelles. Ce sont principalement des événements externes ayant un impact sur l'état « normal » de la consommation qui déclenchent leur besoin d'accéder à des informations énergétiques.

Nous découvrons ensuite que les participants, sur ces périodes, effectuent principalement des tâches d'action. Quatre objectifs sont particulièrement récurrents. Ainsi les participants cherchent à situer leur consommation par rapport à une norme, à contrôler les informations envoyées par le fournisseur, à détecter les zones d'actions pour réaliser des économies ou à réguler leur consommation pendant une période particulière. Nous décrivons enfin que ces stratégies peuvent être uniques, périodiques, fragmentées dans le temps ou

condensées sur une période.

### **3.1.3. Comparaison des points de vue des concepteurs et des usagers**

Afin de répondre à la question de recherche 3, nous démontrons en cinq points que les point de vue de concepteurs ne répondent pas aux pratiques des usagers. Nous argumentons que les artefacts sont conçus pour des usages permanents alors que les participants ont des besoins ponctuels. Nous soulignons l'importance des facteurs déterminants et observons que les concepteurs ne les prennent pas en compte. Nous constatons que les instruments produits par les concepteurs ne sont pas utilisés par les participants et qu'ils ne les utilisent pas seul mais en combinaisons avec d'autres instruments. Enfin nous constatons que les tâches que les concepteurs imaginent pour leurs artefacts ne correspondent pas aux tâches réellement effectuées par les usagers.

### **3.1.4. Un cadre méthodologique pour aider la conception de dispositifs**

Pour répondre à la question de recherche 4, nous avons proposé un cadre méthodologique pour accompagner des élèves designers dans la création de nouveaux dispositifs de feedback énergétiques. Il se compose de trois outils que nous leur avons proposés pendant la durée de l'atelier. La méthode des *persona* pour garantir une diversité d'usagers, la méthode combinée des *persona/maisona* pour faciliter l'exploration de leur mode de vie et des simulations de données pour garantir l'utilisation de données réalistes.

## **3.2. Contributions mineures**

Dans ce travail de recherche, nous proposons également des contributions qui nous permettent d'apporter des connaissances sur les différents sujets traités. Elles ne répondent pas directement aux questions de recherche.

### **3.2.1. Constitution d'un corpus d'artefacts large et multidisciplinaire**

Nous avons constitué un corpus d'artefacts. 100 références le

composent et il couvre trois domaines de création : académique, design et industriel. Ce corpus est, à notre connaissance, inédit dans ce domaine de recherche du fait du nombre et de l'origine de ses références.

### 3.2.2. Large couverture du Design Space

Nous avons proposé un Design Space dont la structure principale couvre quatre dimensions : **données, représentations, dispositifs** et **usagers**. Cet assemblage de dimensions est original par rapport aux précédents Design Space examinés.

### 3.2.3. Proposition d'un continuum d'engagement

Afin d'analyser les tâches que les concepteurs imaginent et que les usagers effectuent, nous avons proposé de les organiser sous la forme d'un continuum d'engagement. Il permet de hiérarchiser la taxonomie en catégorie de cinq tâches : **collecter** (niveau d'engagement le plus bas), **percevoir, comprendre, réfléchir** et **agir** (niveau d'engagement le plus haut)

### 3.2.4. Description des choix de conception par domaine

Le filtrage des analyses pour chacun des trois domaines nous a permis d'observer que les choix de conceptions sont différents. Le domaine industriel conçoit exclusivement des visualisations pragmatiques. Pour le domaine du design, les concepteurs semblent plus s'orienter vers les dispositifs physiques (dédiés ou domestiques) et proposent des moyens d'actions concrets aux usagers. Le domaine académique est le domaine où nous observons le plus de variété, notamment dans le domaine des visualisations.

### 3.2.5. Description des appareils électriques associés à la consommation

Dans l'étude empirique, nous découvrons que les appareils de type **médias** et **petits électroménagers** sont les appareils électriques que les participants associent le plus à leurs consommations électriques. Il s'agit d'appareils sur lesquels ils ont une **action directe**, qu'ils peuvent **actionner eux-mêmes**, qu'ils utilisent **régulièrement**, dont la **durée d'usage est courte** et où il est possible de **moduler la puissance**.

### 3.2.6. Évaluation de la capacité des participants à estimer leurs consommations

Nous constatons que les participants ne parviennent pas à réaliser d'estimations correctes de leurs consommations. Nous avons identifié que les appareils appartenant aux types **cuisson** et **électroménagers** sont systématiquement surévalués. À l'inverse, nous avons constaté que les appareils appartenant au type **médias** sont largement sous-estimés.

### 3.2.7. Description des besoins et limites déclarés par les participants

Nous avons proposé une liste des limites déclarées par les participants. Elles concernent principalement les factures ou autres documents envoyés par les fournisseurs. Les participants déclarent également ne pas faire d'efforts pour accéder aux informations en ligne. Le manque de dialogue avec l'énergéticien apparaît aussi comme une limite importante.

Nous compilons les besoins déclarés par les participants, lesquels désireraient relier plus facilement les informations avec leurs activités, pouvoir désagréger leur profil de consommation ou détecter la consommation de base du foyer.

### 3.2.8. Description des instruments utilisés par les participants

Nous proposons la description d'un ensemble d'instruments qui sont utilisés par les participants. Il ne s'agit pas uniquement d'équipements de feedback. Les participants font aussi appel à des équipements d'information, des équipements ou terminaux électriques, ou des créations personnelles.

### 3.2.9. Description des tâches effectuées par les participants

Nous avons décrit un ensemble considérable de tâches, parmi lesquelles un nombre particulièrement important de tâches *d'action*.

### **3.2.10. Description des facteurs déterminants externes et internes**

Nous avons décrit sept facteurs déterminants externes. Chacun témoigne d'un évènement ayant un impact sur l'état normal de la consommation. Il peut s'agir d'un événement en lien avec le bâti, l'environnement, l'infrastructure électrique, le statut d'occupation du logement, la relation avec le fournisseur d'énergie, le dysfonctionnement d'appareils électriques ou bien l'influence d'un discours institutionnel préventif.

Nous avons identifié cinq types de facteurs déterminants internes. Les participants accordent une forte importance à leur expérience pour construire un référentiel personnel. Leurs valeurs familiales sont importantes dans l'appréciation de la consommation. Les leviers de motivations sont avant tout déclenchés par la perspective économique, par le désir de préserver le confort de son habitation, ou celui d'apprendre et de découvrir.

## **3.3. Contributions industrielles**

Cette thèse comporte également des contributions industrielles. Elles sont exclusivement présentes dans la partie II et concernent le projet appelé *interstices informationnels*.

### **3.3.1. Concept d'interstices informationnels**

Sur la base des découvertes de cette thèse et des enjeux industriels, nous proposons le concept des *interstices informationnels*. Il décrit la possibilité d'utiliser des objets du quotidien comme support de l'information énergétique. Ces informations doivent avoir un lien avec lui. L'encodage des informations doit respecter les codes sémantiques de cet objet et la durée de la prise d'information est limitée au temps d'utilisation de l'objet.

### **3.3.2. Générations de 15 propositions suite à l'atelier à l'ENSCI**

Nous avons initié un atelier de création dans une école de design pour générer un maximum de propositions correspondant à la définition

des *interstices informationnels*. Cet atelier a permis de récolter 15 propositions.

### 3.3.3. Dépôt de brevets sur des prototypes fonctionnels

Nous avons conduit un atelier similaire avec les designers du DesignLab EDF. Après un processus itératif riche et prolifique nous avons convergé vers quatre prototypes qui ont été brevetés auprès de l'INPI.

## 4. Mise en perspective des résultats

La profusion des travaux de recherche ainsi que la longévité de ce sujet témoignent de l'enjeu important qu'il soulève à savoir, la possibilité pour chaque usager d'effectuer des économies d'électricité et à l'échelle nationale et internationale, soulager l'impact sur l'environnement.

À la suite de ce travail de recherche, nous sommes convaincus que le problème actuel des dispositifs de feedback énergétiques ne repose pas uniquement sur des problèmes de conception des représentations de l'information ou sur le manque de connaissance des usagers en énergie et en visualisation (DeWaters 2007; Herrmann, 4th, et 2016, s. d.; Okan, Galesic, et Garcia-Retamero 2016; Castelli, Stevens, et Jakobi 2019; Boy et al. 2014). C'est pourtant cet aspect qui est le plus traité dans le domaine des IHM. Le Design Space met en évidence un effort important des concepteurs à inventer et innover dans une grande variété de modes de représentations. Il est vrai, toutefois, qu'une représentation non adaptée à un usager novice sera un frein à la compréhension ou à la motivation (Bartram 2015) mais nous soutenons que le principal problème des dispositifs de feedback énergétiques réside dans le fait que leur conception, toutes dimensions comprises, ne prend pas en considération les pratiques réelles des usagers. Les écarts que nous avons constatés entre les deux études en attestent.

Nous pensons que la prise en compte des pratiques des usagers dès la conception des dispositifs, représente une grande opportunité pour en concevoir selon de nouveaux modèles. Nous avons expérimenté cette hypothèse à travers le projet *interstices informationnels* mais nous sommes persuadés qu'il en existe beaucoup d'autres à inventer.

## 5. Limites de ce travail

Avec le recul qu'impose la rédaction de ce manuscrit, nous pouvons décrire certaines limites à ce travail de recherche. Nous en présentons trois qui correspondent aux études effectuées aux chapitres 3 et 4 et à l'atelier présenté au chapitre 7.

La première limite concerne l'architecture la *dimension tâches* du Design Space. Nous avons été surpris de récolter des informations sur les tâches uniquement pour 46 des 100 références que comprend le corpus. Nous sommes conscients que si nous avions eu ces informations sur l'ensemble des artefacts, les tendances auraient pu être différentes. Toutefois, ce Design Space est un objet mouvant. Nous avons proposé sa réactualisation entre la première étude et le troisième atelier. Il serait intéressant, si nous continuons à l'alimenter de nouvelles références, de veiller à ne sélectionner que celles qui présentent des tâches.

La deuxième limite que nous avons identifiée concerne le nombre réduit de participants dans le deuxième panel constitué pour l'étude empirique, qui ne comprenait que 10 volontaires. Même si nous avons été attentifs à composer un groupe le plus hétérogène possible, les résultats que nous obtenons sont difficilement généralisables. Toutefois, compte tenu des 25,4 millions de clients que compte EDF, il nous aurait été difficile, à l'échelle de la thèse de composer un panel représentatif. Nous en avons ni le temps, ni les moyens matériels.

Nous avons donc privilégié des entretiens longs et les plus précis possibles afin de décrire leurs pratiques. L'idéal serait de poursuivre ce type d'étude afin d'augmenter le nombre de participants et d'observer des modifications dans les résultats obtenus.

Enfin, nous présentons une troisième limite. Elle concerne l'atelier de création qui s'est déroulé à l'ENSCI. Ce contexte, favorable à de nombreux égards, a néanmoins généré des biais dans l'accompagnement des élèves et le déroulé de l'atelier. En effet, faute de concertation en amont de l'atelier, la méthodologie que nous proposons n'était toujours alignée avec les objectifs pédagogiques des enseignants.

Nous constatons, au terme de cet atelier, que cette situation a pu provoquer l'incompréhension de certains élèves sur les objectifs de

l'atelier. Nous pensons que les résultats auraient pu être de meilleure qualité (niveau d'aboutissement des concepts et niveau de finition des prototypes), si les contributions de l'équipe pédagogique et les nôtres avaient été plus complémentaires.

Dans l'optique d'un futur atelier engageant à la fois des objectifs de recherche et des objectifs pédagogiques, nous préconisons de bâtir un cadre méthodologique mutuel en amont. Il sera indispensable que les besoins et les actions soient discutés et approuvés par toutes les parties intégrantes au projet.

## 6. Perspectives pour de futurs travaux

En 2020, la France est un pays où l'énergie est abondante et relativement bon marché. Les usagers que nous avons rencontrés, même si nous avons ciblé des profils démographiques différents, correspondent à la moyenne de la population pour qui l'énergie n'est pas le poste de dépense le plus important (Insee 2010). Il est évident que cette situation influe leurs pratiques et leurs besoins en information. Nos résultats sont donc conditionnés par la situation énergétique actuelle.

La question visant à s'interroger sur l'intérêt de cette thèse, se pose légitimement si l'on considère le peu de considération qu'ont aujourd'hui, les usagers pour leur consommation électrique.

Allant plus loin, la production d'autant de dispositifs, en espérant une diminution de la consommation que l'on n'obtient pas, est un non-sens, si l'on constate que l'on consomme plus d'énergie à concevoir ces appareils, que ce qu'ils permettent d'en économiser (par exemple cette thèse).

Toutefois, le design n'a pas pour objectif d'apporter des réponses immédiates et à propos. Son principe repose sur l'anticipation des besoins dans une projection du futur.

Or, si l'intérêt des consommateurs pour ces données est difficile à attirer, ce n'est que parce que ces considérations sont encore trop éloignées de leur réalité.

Nous savons malheureusement, au regard de l'état climatique, que ces questions deviendront rapidement de vrais enjeux.

Il serait donc intéressant d'anticiper les pratiques et besoins futurs des consommateurs dans une situation où l'énergie serait potentiellement plus chère et/ou moins abondante.

Deux populations pourraient actuellement être étudiées pour appréhender cette situation car leurs conditions sont les plus proches de ces scénarios :

- **La population des *prosumer*<sup>41</sup>** a déjà l'habitude de gérer en partie ou totalement la production électrique pour leurs propres besoins. Il existe un écosystème important d'artefacts conçus spécifiquement pour eux. Il serait intéressant d'identifier leurs pratiques et stratégies d'accès aux informations.
- **Les personnes en situation de précarité énergétique** représentent aujourd'hui une part non négligeable de la population française (environ sept millions de personnes). Il serait intéressant de réaliser une étude avec eux afin de mieux comprendre leurs pratiques et considérations de l'électricité

Connaître des leviers d'action aujourd'hui, nous permettrait d'agir demain, quand la question de la consommation d'énergie deviendra centrale pour chaque individu.

# Epilogue

Réaliser une thèse sur l'information énergétique s'est présenté comme une opportunité, celle offerte par le DesignLab d'EDF pour lequel j'intervenais en 2015 en tant que freelance.

Lorsque j'ai embrassé ce projet, j'ai rapidement compris que cette thèse serait avant tout un réel défi. D'une part, en raison de son sujet, singulier pour un designer. Peu de designers peuvent en effet se prétendre spécialistes de la question énergétique. Mais également du fait de son contexte universitaire, contexte qui m'était entièrement étranger puisque j'ai été formé à l'école Boulle puis à l'ENSCI.

J'ai donc appréhendé cette thèse, comme tous projets de design, par la pratique. J'ai pris énormément de plaisir à échanger avec les 10 usagers volontaires, les étudiants en design, mes confrères mais également les différents universitaires que j'ai pu rencontrer.

Les questions pratiques que j'ai étudiées m'ont ensuite conduit à effectuer des recherches et des études analytiques toujours plus précises. Entre la date de mon début thèse et le moment où j'ai écrit ces lignes j'ai eu le temps de changer mille fois d'avis et ainsi de construire et de mûrir mon point de vue sur le sujet.

Même si le chemin parcouru en 3 ans est important il représente peu de chose face à ce qu'il reste à faire. Mais aujourd'hui, je suis content du travail accompli et des nombreuses pistes de recherche que cette étude offre. Ce travail c'est un engagement mais également un don de soi. J'espère que la lecture de cette thèse reflète la générosité mise à l'ouvrage et provoquera chez vous le même désir d'engagement.



# Bibliographie

**Amouroux**, Édouard, Thomas Huraux, François Sempé, Nicolas Sabouret, et Yvon Haradji. 2013. « SMACH: Simuler l'activité humaine pour limiter les pics de consommation électrique ». In .

**Anderson**, Will, et Vicki White. 2009. « Exploring consumer preferences for home energy display functionality ». Centre for Sustainable Energy, Tech. Rep.

**Anonyme**. 2017. « graph ».

**Arden**, Jon. 2006. Power Point.

**Arnault**, Séverine, Laure Crusson, Nathalie Donzeau, et Catherine Rougerie. 2015. « Les conditions de logement fin 2013-Premiers résultats de l'enquête Logement ». Insee Première, no 1546.

**Attari**, Shahzeen Z, Michael L DeKay, Cliff I Davidson, et Wändi Bruine De Bruin. 2010. « Public perceptions of energy consumption and savings ». *Proceedings of the National Academy of sciences* 107 (37): 16054–16059.

**Backlund**, Sara, Magnus Gyllenswärd, Anton Gustafsson, Sara Ilstedt Hjelm, Ramia Mazé, et Johan Redström. 2007. « Static! The aesthetics of energy in everyday things ». In *Proceedings of Design Research Society Wonderground International Conference 2006*. <http://soda.swedish-ict.se/2608/>.

**Bang**, Magnus, Carin Torstensson, et Cecilia Katzeff. 2006. « The powerhouse: A persuasive computer game designed to raise awareness of domestic energy consumption ». In *International conference on persuasive technology*, 123–132. Springer.

**Bartram**, L. 2015. « Design Challenges and Opportunities for Eco-Feedback in the Home ». *IEEE Computer Graphics and Applications* 35 (4): 52-62. <https://doi.org/10.1109/MCG.2015.69>.

**Bateman**, Scott, Regan L. Mandryk, Carl Gutwin, Aaron Genest, David McDine, et Christopher Brooks. 2010. « Useful Junk?: The Effects of Visual Embellishment on Comprehension and Memorability of Charts ». In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 2573–2582. CHI '10. New York, NY, USA: ACM. <https://doi.org/10.1145/1753326.1753716>.

**Beaudouin-Lafon**, Michel, et Wendy E Mackay. 2009. « Prototyping tools and techniques ». In *Human-Computer Interaction*, 137–160. CRC Press.

- Béguin**, Jean-Marie, Paul-Marie Boulanger, et Benoit Lussis. 2003. « L'apport des sciences sociales à l'utilisation rationnelle de l'énergie par les ménages ». Conclusions et perspectives du séminaire énergie du 26.
- Belley**, Gilles. 2006a. Coupe Veille.
- Belley**, Gilles. 2006b. Sémaphore.
- Belley**, Gilles. 2007. Nootan.
- Bertin**, Jacques. 1970. « La graphique ». *Communications* 15 (1): 169–185.
- Beslay**, Christophe, et Marie-Christine Zélem. 2008. Le paradoxe du consommateur moderne: modérer ses consommations d'énergie dans une société toujours plus énergivore. L'Harmattan.
- Bird**, Jon, et Yvonne Rogers. 2010. « The pulse of tidy street: Measuring and publicly displaying domestic electricity consumption ». In workshop on energy awareness and conservation through pervasive applications (Pervasive 2010).
- Bornet**, Corinne, et Eric Brangier. 2013. « La méthode des personas: principes, intérêts et limites ». *Bulletin de psychologie*, no 2: 115–134.
- Bowden**, Flora, Daniel Lockton, C Brass, et R Gheerawo. 2014. « Drawing energy: Exploring the aesthetics of the invisible ». In IAEA Congress.
- Boy**, J., R. A. Rensink, E. Bertini, et J. D. Fekete. 2014. « A Principled Way of Assessing Visualization Literacy ». *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics* 20 (12): 1963-72. <https://doi.org/10.1109/TVCG.2014.2346984>.
- Boy**, Jeremy. 2015. « Engaging the People to Look Beyond the Surface of Online Information Visualizations of Open Data ». Telecom ParisTech.
- Broms**, Loove, Cecilia Katzeff, Magnus Bång, Åsa Nyblom, Sara Ilstedt Hjelm, et Karin Ehrnberger. 2010. « Coffee maker patterns and the design of energy feedback artefacts ». In proceedings of the 8th ACM conference on designing interactive systems, 93–102. ACM. <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1858191>.
- Broms**, Loove. 2008. share aware light. <https://www.loove.org/Share-AWARE-Light>.
- Brounen**, Dirk, Nils Kok, et John M Quigley. 2013. « Energy literacy, awareness, and conservation behavior of residential households ». *Energy Economics* 38 (juillet): 42–50.
- Brun, B. 2007. A kilowatt saved is a kilowatt earned. Sustainable Industries magazine.

- Buchanan**, Kathryn, Riccardo Russo, et Ben Anderson. 2014. « Feeding back about eco-feedback: How do consumers use and respond to energy monitors? » *Energy Policy* 73: 138–146.
- Buchanan**, Kathryn, Riccardo Russo, et Ben Anderson. 2015. « The question of energy reduction: The problem (s) with feedback ». *Energy Policy* 77: 89–96.
- Cano**, Grégory, Yann Laurillau, et Gaëlle Calvary. 2015. « Persuasive Technology and Energy: critical analysis of the state of the art ». *Journal d'Interaction Personne-Système (JIPS)* 4 (1): 48-68. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01208391>.
- Card**, Mackinlay. 1999. *Readings in information visualization: using vision to think*. Morgan Kaufmann.
- Castelli**, Nico, Gunnar Stevens, et Timo Jakobi. 2019. « Information Visualization at Home: A literature survey of consumption feedback design ».
- Catney**, Philip, Andrew Dobson, Sarah Marie Hall, Sarah Hards, Sherilyn MacGregor, Zoe Robinson, Mark Ormerod, et Simon Ross. 2013. « Community knowledge networks: an action-orientated approach to energy research ». *Local Environment* 18 (4): 506–520.
- Cauvard**, Marianne. 2009. *Compteur vivant*. <http://mariannecauvard.fr/>.
- Chisik**, Yoram. 2011. « An Image of Electricity: Towards an Understanding of How People Perceive Electricity ». In *Human-Computer Interaction – INTERACT 2011*, 100–117. Berlin, Heidelberg: Springer, Berlin, Heidelberg.
- Costanza**, Enrico, Sarvapali D. Ramchurn, et Nicholas R. Jennings. 2012. « Understanding domestic energy consumption through interactive visualisation: a field study ». In *Proceedings of the 2012 ACM Conference on Ubiquitous Computing*, 216–225. ACM.
- Coutaz**, Joëlle, et James L Crowley. 2018. « AppsGate, un écosystème domestique programmable: "vivre avec" comme retour d'expérience ».
- Cowen**, Laura, et Birgitta Gatersleben. 2017. « Testing for the size heuristic in householders' perceptions of energy consumption ». *Journal of Environmental Psychology* 54: 103–115.
- Cox**, Donna. 2006. « Metaphoric mappings: The art of visualization ». *Aesthetic computing*, 89–114.
- Creswell**, John W. 2012. *Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches*. Sage.
- Cross**, Nigel. 1997. « Descriptive models of creative design: application to an example ». *Design studies* 18 (4): 427–440.

**Cugliari**, Jairo, Yannig Goude, Jean-Michel Poggi, Jairo France, et Jean-Michel France. s. d. « Classification de courbes individuelles et prévision désagrégée de la consommation électrique ».

**Dam**, Sonja S van, Conny A Bakker, et JDM Van Hal. 2010. « Home energy monitors: impact over the medium-term ». *Building Research & Information* 38 (5): 458–469.

**Daniel**, Maxime, Guillaume Riviere, Nadine Couture, et Stéphane Kreckelbergh. 2016. « Une Analyse des Systèmes Interactifs et Persuasifs pour la Maîtrise de l'Énergie ». Actes De La 28IÈME ConfÉRence Francophone Sur L'Interaction Homme-Machine, octobre, 197–210–210.

**Darby**, Sarah, et al. 2006. « The effectiveness of feedback on energy consumption ». A Review for DEFRA of the Literature on Metering, Billing and direct Displays 486: 2006.

**Darby**, Sarah. 2001. « Making it obvious: designing feedback into energy consumption ». In *Energy efficiency in household appliances and lighting*, 685–696. Springer.

**Dataveyes**. 2016. my companion.

**Davies**, Nigel, Sarah Clinch, et Florian Alt. 2014. « Pervasive displays: understanding the future of digital signage ». *Synthesis Lectures on Mobile and Pervasive Computing* 8 (1): 1–128.

**De Luca**, Vanessa, et Roberta Castri. 2014. « The social power game: A smart application for sharing energy-saving behaviours in the city ». *FSEA 2014* 27.

**Delmas**, Magali A, Miriam Fischlein, et Omar I Asensio. 2013. « Information strategies and energy conservation behavior: A meta-analysis of experimental studies from 1975 to 2012 ». *Energy Policy* 61: 729–739.

**DeWaters**, Jan. 2007. « Developing an energy literacy scale ». In in *Proceedings: 2007 ASEE Annual Conference and Exposition, 2007*. Citeseer.

**Dobson**, John K, et JD Anthony Griffin. 1992. « Conservation effect of immediate electricity cost feedback on residential consumption behavior ». *Proceedings of the 7th ACEEE summer study on energy efficiency in buildings* 2.

**Du**, Limin, Jin Guo, et Chu Wei. 2017. « Impact of information feedback on residential electricity demand in China ». *Resources, Conservation and Recycling* 125: 324–334.

- Dütschke**, Elisabeth, Michael Unterländer, et Martin Wietschel. 2012. « Variable Stromtarife aus Kundensicht: Akzeptanzstudie auf Basis einer Conjoint-Analyse ». Working paper sustainability and innovation.
- Ehrhardt-Martinez**, Tomitsch, Kat A Donnelly, Skip Laitner, et others. 2010. « Advanced metering initiatives and residential feedback programs: a meta-review for household electricity-saving opportunities ». In . American Council for an Energy-Efficient Economy Washington, DC.
- Elliot**, Kathryn, Mark Watson, Carman Neustaedter, et Saul Greenberg. 2007. « Location-dependent Information Appliances for the Home ». In Proceedings of Graphics Interface 2007, 151–158. GI '07. New York, NY, USA: ACM. <https://doi.org/10.1145/1268517.1268543>.
- Enedis**. 2019. « Explore — Enedis Open Data ». 2019. <https://data.enedis.fr/explore/?sort=title>.
- Entwistle**, Johanne Mose, Mia Kruse Rasmussen, Nervo Verdezoto, Robert S Brewer, et Mads Schaarup Andersen. 2015. « Beyond the individual: The contextual wheel of practice as a research framework for sustainable HCI ». In Proceedings of the 33rd Annual ACM Conference on Human Factors in Computing Systems, 1125–1134. ACM.
- Erickson**, Thomas, Ming Li, Younghun Kim, Ajay Deshpande, Sambit Sahu, Tian Chao, Piyawadee Sukaviriya, et Milind Naphade. 2013. « The dubuque electricity portal: evaluation of a city-scale residential electricity consumption feedback system ». In Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems, 1203–1212. ACM.
- Ernevi**, Anders, Samuel Palm, et Johan Redström. 2007. « Erratic appliances and energy awareness ». Knowledge, Technology & Policy 20 (1): 71–78. <http://link.springer.com/article/10.1007/s12130-007-9007-7>.
- Evans**, H, H Hansen, et J Hagedorn IEEE MultiMedia. 2009. « Artful media: Nuage vert ». [ieeexplore.ieee.org](http://ieeexplore.ieee.org).
- Eyedro**. 2018. EyedroHighlight. <http://eyedro.com/electricity-monitoring/>.
- Fathom**. 2011. Powering the Kitchen. <https://fathom.info/notebook/299/>.
- Ferrara**, I, et Y Serret. 2008. « Household behaviour and the environment, reviewing the evidence ». Organization for Economic Cooperation and Development: Paris, France, 153–180.

- Ferscha**, Alois, Bernadette Emsenhuber, Heinrich Schmitzberger, et Petra Thon. 2006. *Aesthetic Awareness Displays*. Citeseer.
- Flick**, Uwe. 2018. *An introduction to qualitative research*. Sage Publications Limited.
- Fréjus**, Myriam, et Dominique Martini. 2016. « Why Energy Consumption Feedback Is not (Only) a Display Issue ». In *International Conference of Design, User Experience, and Usability*, 461–471. Springer.
- Froehlich**, Jon, Leah Findlater, et James Landay. 2010. « The design of eco-feedback technology ». In *Proceedings of the SIGCHI conference on human factors in computing systems, 1999–2008*. ACM.
- Gabe-Thomas**, Elizabeth, Ian Walker, Bas Verplanken, et Gavin Shaddick. 2016. « Household's mental models of domestic energy consumption: using a sort-and-cluster method to identify shared concepts of appliance similarity ». *PloS one* 11 (7): e0158949.
- Galesic**, Mirta, et Rocio Garcia-Retamero. 2010. « Graph Literacy ». *Medical Decision Making* 31 (3): 444–457.
- Gamberini**, Luciano, Anna Spagnolli, Nicola Corradi, Giulio Jacucci, Giovanni Tusa, Topi Mikkola, Luca Zamboni, et Eve Hoggan. 2012. « Tailoring feedback to users' actions in a persuasive game for household electricity conservation ». In *International Conference on Persuasive Technology*, 100–111. Springer.
- Gaver**, William, Mike Michael, Tobie Kerridge, Alex Wilkie, Andy Boucher, Liliana Ovalle, et Matthew Plummer-Fernandez. 2015. « Energy babble: Mixing environmentally-oriented internet content to engage community groups ». In *Proceedings of the 33rd Annual ACM Conference on Human Factors in Computing Systems*, 1115–1124. ACM.
- Google**. s. d. PowerMeter. [https://en.wikipedia.org/wiki/Google\\_PowerMeter](https://en.wikipedia.org/wiki/Google_PowerMeter).
- Goorden, Lieve, Joke Vandenabeele, Jan Couder, Monica Van Fleteren, et Veronique Bongaerts. 2005. « Determinanten huishoudelijk energiegebruik ».
- Gough**, Phillip, Caitilin De Berigny Wall, et Tomasz Bednarz. 2014. « Affective and Effective Visualisation: Communicating Science to Non-expert Users ». In *2014 IEEE Pacific Visualization Symposium (PacificVis)*, 335–339. IEEE.
- Greenberg**, Saul, Sheelagh Carpendale, Nicolai Marquardt, et Bill Buxton. 2011. *Sketching user experiences: The workbook*. Elsevier.

**Guibourdenche**, Julien, Jacqueline Vacherand-Revel, Myriam Fréjus, et Yvon Haradji. 2015. « Analyse de contextes d'activité domestique pour la conception de systèmes diffus énergétiquement efficients ». *Activités* 12 (12-1).

**Gustafsson**, Anton, et Magnus Gyllenswärd. 2005. « The power-aware cord: energy awareness through ambient information display ». In *CHI'05 extended abstracts on Human factors in computing systems*, 1423–1426. ACM. <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1056932>.

**Gyllensward**, Magnus, Anton Gustafsson, et Magnus Bang. 2006. « Visualizing energy consumption of radiators ». In *International Conference on Persuasive Technology*, 167–170. Springer.

**Haller**, Hélène, Van-Bao Nguyen, Gilles Debizet, Yann Laurillau, Joëlle Coutaz, et Gaëlle Calvary. 2017. « Energy consumption in smarthome: Persuasive interaction respecting user's values ». In *2017 9th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications (IDAACS)*, 2:804–809. IEEE.

**Heller**, Florian, et Jan Borchers. 2011. « PowerSocket: towards on-outlet power consumption visualization ». In *CHI'11 extended abstracts on human factors in computing systems*, 1981–1986. ACM.

**Herrmann**, M R, DP Brumby Behave 2016 4th, et 2016. s. d. « How much electricity do you use at home ? An investigation into householders' literacy for comprehending domestic electricity data ». [discovery.ucl.ac.uk](http://discovery.ucl.ac.uk).

**Herrmann**, Melanie R, Duncan P Brumby, et Tadj Oreszczyn. 2017. « Watts your usage? A field study of householders' literacy for residential electricity data ». *Energy efficiency* 14 (2): 245–17.

**Herrmann**, Melanie R, Duncan P Brumby, Tadj Oreszczyn, et Xavier M P Gilbert. 2017. « Does data visualization affect users' understanding of electricity consumption? » *Building Research & Information* 46 (3): 238–250.

**Herrmann**, Melanie Rosemarie. 2018. « Smart energy feedback in the home: the effect of disaggregation and visualisation on householders' comprehension of electricity data ». PhD Thesis, UCL (University College London).

**Hoegh-Guldberg**, Ove, Daniela Jacob, Michael Taylor, M Bindi, S Brown, I Camilloni, A Diedhiou, et al. 2018. « Impacts of 1.5 °C global warming on natural and human systems ».

- Howard**, Thomas J, Stephen J Culley, et Elies Dekoninck. 2008. « Describing the creative design process by the integration of engineering design and cognitive psychology literature ». *Design studies* 29 (2): 160–180.
- Huang**, D., M. Tory, B. Adriel Aseniero, L. Bartram, S. Bateman, S. Carpendale, A. Tang, et R. Woodbury. 2015. « Personal Visualization and Personal Visual Analytics ». *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics* 21 (3): 420-33. <https://doi.org/10.1109/TVCG.2014.2359887>.
- Huron**, Samuel, Sheelagh Carpendale, Alice Thudt, Anthony Tang, et Michael Mauerer. 2014. « Constructive visualization ». In *Proceedings of the 2014 conference on Designing interactive systems*, 433–442. ACM.
- In-flexion**. 2012. Watt'time. <https://vimeo.com/51601867>.
- In-Flexion**. 2014. Horloge Energetique. <http://in-flexions.com/#/horloge-energetique>.
- Insee**. 2010. « Les dépenses d'énergie des ménages depuis 20 ans : - Insee Première - 1315 ». 2010. <https://www.insee.fr/fr/statistiques/1281149>.
- Jansen**, Yvonne, Pierre Dragicevic, Petra Isenberg, Jason Alexander, Abhijit Karnik, Johan Kildal, Sriram Subramanian, et Kasper Hornbæk. 2015. « Opportunities and Challenges for Data Physicalization ». In *Proceedings of the 33rd Annual ACM Conference on Human Factors in Computing Systems*, 3227–3236. CHI '15. New York, NY, USA: ACM. <https://doi.org/10.1145/2702123.2702180>.
- Jensen**, Rikke Hagensby, Y. Strengers, J. Kjeldskov, L. Nicholls, et M. B. Skov, « Designing the desirable smart home: A study of household experiences and energy consumption impacts », in *Proceedings of the 2018 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 2018, p. 4.
- Jönsson**, Li, Loove Broms, et Cecilia Katzeff. 2010. « Watt-Lite: Energy Statistics Made Tangible ». In *Proceedings of the 8th ACM Conference on Designing Interactive Systems*, 240–243. DIS'10. New York, NY, USA: ACM. <https://doi.org/10.1145/1858171.1858214>.
- Kempton**, Willett, et Laura Montgomery. 1982. « Folk quantification of energy ». *Energy* 7 (10): 817–827.
- Kempton**, Willett, et Linda L Layne. 1994. « The consumer's energy analysis environment ». *Energy Policy* 22 (10): 857–866.

- Kim**, Ju-Whan, Yun-Kyung Kim, et Tek-Jin Nam. 2009. « The TéNéRé: Design for Supporting Energy Conservation Behaviors ». In CHI '09 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems, 2643–2646. CHI EA '09. New York, NY, USA: ACM. <https://doi.org/10.1145/1520340.1520372>.
- Kim**, Tanyoung, Hwajung Hong, et Brian Magerko. 2009. « Coralog: use-aware visualization connecting human micro-activities to environmental change ». In CHI'09 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems, 4303–4308. ACM.
- Kjeldskov**, Jesper, Mikael B Skov, Jeni Paay, Dennis Lund, Tue Madsen, et Michael Nielsen. 2015. « Eco-forecasting for domestic electricity use ». In Proceedings of the 33rd Annual ACM Conference on Human Factors in Computing Systems, 1985–1988. ACM.
- Kjeldskov**, Jesper, Mikael B Skov, Jeni Paay, et Rahuvaran Pathmanathan. 2012. « Using mobile phones to support sustainability: a field study of residential electricity consumption ». In Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems, 2347–2356. ACM.
- Kosara**, R. 2007. « Visualization Criticism - The Missing Link Between Information Visualization and Art ». In Information Visualization, 2007. IV '07. 11th International Conference, 631-36. <https://doi.org/10.1109/IV.2007.130>.
- Lachman**, Ben. 2018. Glow. <https://www.kickstarter.com/projects/1178650747/glow-the-smart-energy-tracker-for-your-home>.
- Lacroix**, Samuel, Samuel Huron, Françoise Detienne, et G. Foissac. 2017. « Paysage, la carte postale de la consommation énergétique ». In 29ème conférence francophone sur l'Interaction Homme-Machine, 8–p. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01578311/>.
- Le Bail**, Chloé, Bastien SENNEGON, Céline CLAVEL, Annette VALENTIN, et Jean-Claude MARTIN. 2013. « Proposition d'une démarche ergonomique pour la conception de personas intégrant les théories de la personnalité ». In . paris.
- Lesic**, Vedran, Wändi Bruine de Bruin, Matthew C Davis, Tamar Krishnamurti, et Inês ML Azevedo. 2018. « Consumers' perceptions of energy use and energy savings: A literature review ». Environmental Research Letters 13 (3): 033004.
- LIN**, JING. 2017. « Cross-cultural, longitudinal and lateral analysis of the effectiveness of eco-feedback system ».

**Lockton**, Dan, Flora Bowden, Catherine Greene, Clare Brass, et Rama Gheerawo. 2013. « People and Energy: A design-led approach to understanding everyday energy use behaviour ». In *Ethnographic Praxis in Industry Conference Proceedings*, 2013:348–362. Wiley Online Library.

**Lockton**, Dan, Flora Bowden, Clare Brass, et Rama Gheerawo. 2014. « Powerchord: Towards Ambient Appliance-Level Electricity Use Feedback through Real-Time Sonification ». In *Ubiquitous Computing and Ambient Intelligence. Personalisation and User Adapted Services*, édité par Ramón Hervás, Sungyoung Lee, Chris Nugent, et José Bravo, 48–51. Cham: Springer International Publishing.

**Lockton**, Dan, Sara Renström, Flora Bowden, Ulrike Rahe, Clare Brass, et Rama Gheerawo. 2014. « Energy storytelling through annotating everyday life ». In *BEHAVE 2014: 3rd European Conference on Behaviour and Energy Efficiency*, 3–4.

**Loviscach**, Jörn. 2011. « The Design Space of Personal Energy Conservation Assistants. » *PsychNology Journal* 9 (1).

**Mackay**, Wendy E., et Anne-Laure Fayard. 1997. « HCI, natural science and design: a framework for triangulation across disciplines ». In *Proceedings of the 2nd conference on Designing interactive systems: processes, practices, methods, and techniques*, 223–234. ACM.

**Makonin**, Stephen, Philippe Pasquier, et Lyn Bartram. 2011. « Elements of consumption: an abstract visualization of household consumption ». In *International Symposium on Smart Graphics*, 194–198. Springer.

**Martinez**, Mark. 2007. Energy Orb. <https://inhabitat.com/the-energy-orb-monitor-your-electricity-bill/>.

**Mazouin**, Stanislas Rak. 2008. switch. <https://youtu.be/jh6c0r13LYk>.

**Milenkovic**, Milan, Ulf Hanebutte, Yonghong Huang, David Prendergast, et Han Pham. 2013. « Improving user comfort and office energy efficiency with POEM (personal office energy monitor) ». In *CHI'13 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*, 1455–1460. ACM.

**MoakStudio**. 2018. Dina Lamp. <https://www.moakstudio.com/dina-lamp>.

**Mogles**, Nataliya, Ian Walker, Alfonso P Ramallo-González, JeeHang Lee, Sukumar Natarajan, Julian Padget, Elizabeth Gabe-Thomas, et al. 2017. « How smart do smart meters need to be? » *Building and Environment* 125: 439–450.

**Moussaoui**, Isabelle. 2007. « De la société de consommation à la société de modération. Ce que les Français disent, pensent et font en matière de maîtrise de l'énergie ». In *Les Annales de la recherche urbaine*, 103:112–119. Centre de Recherche d'Urbanisme.

**Murugesan**, Latha Karthigaa, Rashina Hoda, et Zoran Salcic. 2015. « Design criteria for visualization of energy consumption: A systematic literature review ». *Sustainable Cities and Society* 18: 1–12.

**Neustaedter**, Carman, Lyn Bartram, et Aaron Mah. 2013. « Everyday activities and energy consumption: how families understand the relationship ». In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 1183–1192. ACM.

**Nisi**, Valentina, Nuno Jardim Nunes, Filipe Quintal, et Mary Barreto. 2013. « SINAIS from Fanal: Design and Evaluation of an Art-inspired Eco-feedback System ». In *Proceedings of the Biannual Conference of the Italian Chapter of SIGCHI*, 3:1–3:10. CHIItaly '13. New York, NY, USA: ACM. <https://doi.org/10.1145/2499149.2499151>.

**Okan**, Yasmina, Mirta Galesic, et Rocio Garcia-Retamero. 2016. « How People with Low and High Graph Literacy Process Health Graphs: Evidence from Eye-tracking ». *Journal of Behavioral Decision Making* 29 (2-3): 271–294.

**Oltra**, Christian, Alex Boso, Josep Espluga, et Ana Prades. 2013. « A qualitative study of users' engagement with real-time feedback from in-house energy consumption displays ». *Energy Policy* 61: 788–792.

**OpenEnergyMonitor**. 2018. Emoncms. <https://emoncms.org/site/home>.

**Organisation for Economic Co-operation and Development, et International Energy Agency**. 2009. *CO2 Emissions from Fuel Combustion 2009*. Paris: Organisation for Economic Co-operation and Development. <http://public.ebookcentral.proquest.com/choice/publicfullrecord.aspx?p=474024>.

**Ozawa**, Akito, Ryota Furusato, et Yoshikuni Yoshida. 2017. « Tailor-made feedback to reduce residential electricity consumption: the effect of information on household lifestyle in Japan ». *Sustainability* 9 (4) : 528.

**Paay**, Jeni, Jesper Kjeldskov, Mikael B Skov, Dennis Lund, Tue Madsen, et Michael Nielsen. 2014. « Design of an appliance level eco-feedback display for domestic electricity consumption ». In *Proceedings of the 26th Australian Computer-Human Interaction Conference on Designing Futures : the Future of Design*, 332–341. ACM.

- Pereira**, Lucas, Filipe Quintal, Mary Barreto, et Nuno J Nunes. 2013. « Understanding the limitations of eco-feedback : a one-year long-term study ». In International Workshop on Human-Computer Interaction and Knowledge Discovery in Complex, Unstructured, Big Data, 237–255. Springer.
- Petersen**, Dane, Jay Steele, et Joe Wilkerson. 2009. « WattBot: a residential electricity monitoring and feedback system ». In CHI'09 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems, 2847–2852. ACM. <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1520413>.
- Petkov**, Petromil, Felix Köbler, Marcus Foth, et Helmut Krcmar. 2011. « Motivating Domestic Energy Conservation Through Comparative, Community-based Feedback in Mobile and Social Media ». In Proceedings of the 5th International Conference on Communities and Technologies, 21–30. C&#38;T '11. New York, NY, USA : ACM. <https://doi.org/10.1145/2103354.2103358>.
- Petkov**, Petromil, Suparna Goswami, Felix Köbler, et Helmut Krcmar. 2012. « Personalised eco-feedback as a design technique for motivating energy saving behaviour at home ». In Proceedings of the 7th Nordic Conference on Human-Computer Interaction : Making Sense Through Design, 587–596. ACM.
- Petkov**, Petromil, 2008b. « Energy Aware Dwelling: A Critical Survey of Interaction Design for Eco-visualizations ». In Proceedings of the 20th Australasian Conference on Computer-Human Interaction : Designing for Habitus and Habitat, 1–8. OZCHI '08. New York, NY, USA: ACM. <https://doi>
- Pierce**, James, Chloe Fan, Derek Lomas, Gabriela Marcu, et Eric Paulos. 2010. « Some consideration on the (in)effectiveness of residential energy feedback systems ». In ResearchGate, 244-47. <https://doi.org/10.1145/1858171.1858215>.
- Pierce**, James, Diane J. Schiano, et Eric Paulos. 2010. « Home, Habits, and Energy : Examining Domestic Interactions and Energy Consumption ». In Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems, 1985–1994. CHI '10. New York, NY, USA : ACM. <https://doi.org/10.1145/1753326.1753627>.
- Pierce**, James, et Eric Paulos. 2010. « Materializing energy ». In Proceedings of the 8th ACM Conference on Designing Interactive Systems, 113–122. ACM. <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1858193>.

- Pierce**, James, William Odom, et Eli Blevis. 2008a. « Energy Aware Dwelling: A Critical Survey of Interaction Design for Eco-visualizations ». In Proceedings of the 20th Australasian Conference on Computer-Human Interaction : Designing for Habitus and Habitat, 1–8. OZCHI '08. New York, NY, USA : ACM. <https://doi.org/10.1145/1517744.1517746>.
- PositiveFlow**. 2006. In Luce. [http://www.positiveflow.net/html/projects/in\\_luce.shtml](http://www.positiveflow.net/html/projects/in_luce.shtml).
- Pousman**, Z., J. Stasko, et M. Mateas. 2007. « Casual Information Visualization: Depictions of Data in Everyday Life ». IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics 13 (6): 1145-52. <https://doi.org/10.1109/TVCG.2007.70541>.
- Pousman**, Zachary, et John Stasko. 2006. « A taxonomy of ambient information systems: four patterns of design ». In Proceedings of the working conference on Advanced visual interfaces, 67–74. ACM.
- Powerley**. 2017. powerley. <https://www.powerley.com/platform/>.
- Quintal**, Filipe, Clinton Jorge, Valentina Nisi, et Nuno Nunes. 2016. « Watt-I-See: A Tangible Visualization of Energy ». In Proceedings of the International Working Conference on Advanced Visual Interfaces, 120–127. AVI '16. New York, NY, USA: ACM. <https://doi.org/10.1145/2909132.2909270>.
- Quintal**, Filipe, Lucas Pereira, Nuno Nunes, Valentina Nisi, et Mary Barreto. 2013. « WATTSBurning: Design and Evaluation of an Innovative Eco-Feedback System ». In Human-Computer Interaction – INTERACT 2013, 453-70. Springer, Berlin, Heidelberg. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-40483-2\\_32](https://doi.org/10.1007/978-3-642-40483-2_32).
- Quintal**, Filipe, Valentina Nisi, Nuno Nunes, Mary Barreto, et Lucas Pereira. 2012. « HomeTree–An Art Inspired Mobile Eco-feedback Visualization ». In Advances in Computer Entertainment, 545–548. Springer.
- Rabardel**, Pierre. 1995. Les hommes et les technologies; approche cognitive des instruments contemporains. Armand Colin.
- Raptis**, Dimitrios, Rikke Hagensby Jensen, Jesper Kjeldskov, et Mikael B. Skov. 2017. « Aesthetic, Functional and Conceptual Provocation in Research Through Design ». In Proceedings of the 2017 Conference on Designing Interactive Systems, 29–41. DIS '17. New York, NY, USA: ACM. <https://doi.org/10.1145/3064663.3064739>.

- Rasmussen**, Majken K, Mia Kruse Rasmussen, Nervo Verdezoto, Robert Brewer, Laura L Nielsen, et Niels Olof Bouvin. 2017. « Exploring the flexibility of everyday practices for shifting energy consumption through clockcast ». In Proceedings of the 29th Australian Conference on Computer-Human Interaction, 296–306. ACM.
- Redström**, Johan, Tobias Skog, et Lars Hallnäs. 2000. « Informative Art: Using Amplified Artworks As Information Displays ». In Proceedings of DARE 2000 on Designing Augmented Reality Environments, 103–114. DARE '00. New York, NY, USA: ACM. <https://doi.org/10.1145/354666.354677>.
- Rivière**, Guillaume. 2018. « L'Interaction Homme-Machine contre le changement climatique : retour sur une controverse ».
- Roccas**, Sonia, Lilach Sagiv, Shalom H Schwartz, et Ariel Knafo. 2002. « The big five personality factors and personal values ». *Personality and social psychology bulletin* 28 (6): 789–801.
- Rodgers**, J., et L. Bartram. 2011. « Exploring Ambient and Artistic Visualization for Residential Energy Use Feedback ». *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics* 17 (12): 2489-97. <https://doi.org/10.1109/TVCG.2011.196>.
- Rodgers**, Johnny, et Lyn Bartram. 2010. « Residential resource use feedback technology: A framework for design ». Proceedings of the GRAND (Graphics, Animation, and New Media) Conference 2010.
- Schultz**, P Wesley, Jessica M Nolan, Robert B Cialdini, Noah J Goldstein, et Vladas Griskevicius. 2007. « The constructive, destructive, and reconstructive power of social norms ». *Psychological science* 18 (5): 429–434.
- Schwartz**, Tobias, Gunnar Stevens, Timo Jakobi, Sebastian Deneff, Leonardo Ramirez, Volker Wulf, et Dave Randall. 2015. « What people do with consumption feedback : a long-term living lab study of a home energy management system ». *Interacting with Computers* 27 (6): 551–576.
- Schwartz**, Tobias, Sebastian Deneff, Gunnar Stevens, Leonardo Ramirez, et Volker Wulf. 2013. *Cultivating energy literacy: results from a longitudinal living lab study of a home energy management system*. New York, New York, USA : ACM.
- Sharpe**, Vicky J, et David R Watts. 1992. « Beyond traditional approaches to marketing energy conservation : the Espanola experience ». In Proceedings, American Council for an Energy-Efficient Economy, 10–149.

**Shove**, Elizabeth. 2004. « Comfort, cleanliness and convenience: The social organization of normality (New Technologies/New Cultures) ».

**Simcock**, Neil, Sherilyn MacGregor, Philip Catney, Andrew Dobson, Mark Ormerod, Zoe Robinson, Simon Ross, Sarah Royston, et Sarah Marie Hall. 2014. « Factors influencing perceptions of domestic energy information : Content, source and process ». *Energy Policy* 65: 455–464.

**Smappee**. 2018. smappee.

**Smith**, Thomas, John Jenkins, et Dave Schoengold. 1973. *A Description of the Household Energy Game : Its Purpose, Construction and Sources of Information*. University of Wisconsin Sea Grant College Program.

**Spagnolli**, Anna, Nicola Corradi, Luciano Gamberini, Eve Hoggan, Giulio Jacucci, Cecilia Katzeff, Loove Broms, et Li Jonsson. 2011. « Eco-feedback on the go: Motivating energy awareness ». *Computer* 44 (5): 38–45.

**Spool**, J. 2007. « Three important benefits of personas ». *User Interface Engineering*.

« **Stratégie CAP 2030** ». 2015. EDF France. 6 février 2015. <https://www.edf.fr/groupe-edf/qui-sommes-nous/strategie-cap-2030>.

Strengers, Yolande A. A. 2011a. « Designing eco-feedback systems for everyday life ». In *ResearchGate*, 2135-44. <https://doi.org/10.1145/1978942.1979252>.

**Strengers**, Yolande AA. 2014. « Smart energy in everyday life: are you designing for resource man? » *interactions* 21 (4): 24–31.

**Sun**, Mengting, et Lyn Bartram. 2014. « Energy Conservation Game: Exploring Alternative Visualizations for Residential Energy Use ». <http://hcssl.iat.sfu.ca/wp-content/uploads/2015/08/Sun-and-Bartram-2014-Energy-Conservation-Game-Exploring-Alternative-Vi.pdf>.

**Tomitsch**, Martin, Karin Kappel, Andreas Lehner, et Thomas Grechenig. 2007. « Towards a Taxonomy for Ambient Information Systems. » In *Ambient Information Systems*. <https://deco.inso.tuwien.ac.at/wp-content/uploads/2009/05/pervasive07-ws-ais-taxonomy.pdf>.

**Tonneau**, Alenxandre. 2008. pulse. <http://eduscol.education.fr/sti/sites/eduscol.education.fr/sti/files/ressources/techniques/5464/5464-lenergie-un-materiau-de-creation.pdf>.

- Torrini**, Kévin, et Axel Delbrayère. 2008. totem. <https://www.ensci.com/creation-industrielle/cours/workshops-habilitations/projet-eleve/news///2347/>.
- Valkanova**, Nina, Sergi Jorda, Martin Tomitsch, et Andrew Vande Moere. 2013. « Reveal-it!: the impact of a social visualization projection on public awareness and discourse ». In Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems, 3461–3470. ACM.
- Boquet**, Victor, Anna Rebelles. 2015. Wag. <https://amiqual4home.inria.fr/files/2016/04/Livret-projets-Inria1.pdf>.
- Viégas**, Fernanda B, et Martin Wattenberg. 2007. « Artistic data visualization: Beyond visual analytics ». In International Conference on Online Communities and Social Computing, 182–191. Springer.
- Vilarinho**, Thomas, Babak Farshchian, Leendert WM Wienhofen, Thomas Franang, et Håkon Gulbrandsen. 2016. « Combining Persuasive Computing and User Centered Design into an Energy Awareness System for Smart Houses ». In Intelligent Environments (IE), 2016 12th International Conference on, 32–39. IEEE.
- Wallenborn**, Grégoire, Marco Orsini, et Jeremie Vanhaverbeke. 2011. « Household appropriation of electricity monitors ». International Journal of Consumer Studies 35 (2): 146–152.
- Webb**, Thomas L, Yael Benn, et Betty PI Chang. 2014. « Antecedents and consequences of monitoring domestic electricity consumption ». Journal of Environmental Psychology 40: 228–238.
- Weiser**, Mark, et John Seely Brown. 1996. « Designing calm technology ». PowerGridJournal 1 (1): 75–85. <http://ai2-s2-pdfs.s3.amazonaws.com/a57e/4848aa3ad2156a23412f490b3121c0847d93.pdf>.
- Weiss**, Markus, Friedemann Mattern, Tobias Graml, Thorsten Staake, et Elgar Fleisch. 2009. « Handy feedback: Connecting smart meters with mobile phones ». In Proceedings of the 8th international conference on mobile and ubiquitous multimedia, 15. ACM.
- Wilhite**, Harold, et Rich Ling. 1995. « Measured energy savings from a more informative energy bill ». Energy and buildings 22 (2): 145–155. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0378778894009124>.
- Wilhite**, Harold. 2013. « Energy consumption as cultural practice: implications for the theory and policy of sustainable energy use ». Cultures of energy: Power, practices, technologies, 60–72.
- Wivaldi**. 2018. wivaldi. <https://www.wivaldy.com/>.

**Yun**, Tae-Jung, Hee Young Jeong, Peter Kinnaird, SeungEok Choi, Namwook Kang, et Gregory D Abowd. 2010. « Domestic energy displays: An empirical investigation ». In ACEEE Summer Study on Energy Efficiency in Buildings, 7:348–360.

**Zoopropaganda**. 2009. Sos Florestas.



## Liste des figures

- Figure 1* – Sélection d'appareils de feedback proposés par des énergéticiens ou des entreprises spécialisées dans l'analyse électrique. a) E-on chameleon, b) Npower, c) Ovo energy, d) British Gaz, e) SSE, f) eKo p.27
- Figure 2* – Sélection de trois projets réalisés au sein du DesignLab EDF d'EDF. De gauche à droite. « Mon bilan conso », « l'afficheur énergétique » et l'application « Paysage » (Lacroix et al. 2017). p.28
- Figure 3* – Organisation du travail de recherche. p.36
- Figure 4* – Exemple de graphiques utilisés pour analyser la distribution des artefacts dans le Design Space. (a) Par comptage des occurrences (Cano, Laurillau, et Calvary 2015), (b) Avec l'utilisation d'une matrice d'analyse (Daniel et al. 2016), (c) en réalisant une carte de chaleur en croisant deux dimensions différentes (Castelli, Stevens, et Jakobi 2019) ou (d) en croisant plusieurs continuum (Darby 2001). p.59
- Figure 5* – Exemples d'artefacts sélectionnés dans le corpus. Dans le sens de lecture : Smappee (smappee 2018), Clockcast (Rasmussen et al. 2017), Totem (Torrini et Delbrayère 2008) et the Pulse of tidy street (Bird et Rogers 2010) p.66
- Figure 6* – Planche contact regroupant les 100 artefacts sélectionnés. pp.70-71
- Figure 7* – sélection de trois artefacts illustrant les différents médiums utilisés pour représenter des données énergétiques : a) visualisation (Petersen, Steele, et Wilkerson 2009), b) sonification (Lockton, Bowden, et al. 2014) et c) physicalisation (Victor Boquet 2015) p. 73
- Figure 8* – Sélection de cinq artefacts utilisant des styles de visualisation différents. a) The EcoEye (Pierce, Odom, et Bleviss 2008a) utilise une visualisation textuelle, b) Emoncms (OpenEnergyMonitor 2018) : pragmatique, c) Cossmic (Vilarinho et al. 2016) : embellie, d) POEM (Milenkovic et al. 2013) : casual et e) Normal Canvas (Makonin, Pasquier, et Bartram 2011) : artistique. p. 73

<i>Figure 9</i> –	Sélection de visualisations utilisant des métaphores. Dans le sens de la lecture : métaphore a) animale (T. Kim, Hong, et Magerko 2009), b) utilitaire (Sun et Bartram 2014) et c) industrielle (anonyme 2017).	p. 75
<i>Figure 10</i> –	Sélection de dispositifs illustrant les quatre types présentés dans cette section. Dans le sens de lecture : a) un dispositif classique d'information (powerley 2017), b) un dispositif dédié (Gaver et al. 2015), c) un dispositif domestique (In-flexion 2012) et d) une intervention environnementale (Evans, Hansen, et MultiMedia 2009).	p.76
<i>Figure 11</i> –	Sélection de artefacts illustrant les trois relations entre représentation d'information et dispositif. Dans le sens de lecture : affichage sur un écran (smappee 2018), augmentation des propriétés d'un objet (Backlund et al. 2007) et greffe d'une information sur un objet (Zoopropaganda 2009).	p.78
<i>Figure 12</i> –	Tâches effectuées par les usagers organisées sous la forme d'un continuum d'engagement.	p.79
<i>Figure 13</i> –	Figure 13 – exemple de grille de codage utilisé pour qualifier les artefacts.	p.80
<i>Figure 14</i> –	Représentation de la distribution des caractéristiques du Design Space. La couleur bleue représente la dimension donnée, la couleur orange correspond à la dimension représentation, la couleur verte est attribuée aux dispositifs et la couleur rouge est associée à la dimension des utilisateurs.	p.83
<i>Figure 15</i> -	Répartition des artefacts par échelles. L'échelle spatiale est en abscisse. L'échelle temporelle est en ordonnée.	p.85
<i>Figure 16</i> –	Répartition en % des métaphores utilisées par style de visualisation.	p.87
<i>Figure 17</i> -	Relation entre les modes de représentation (à gauche) et les trois échelles temporelles des données (à droite).	p.88
<i>Figure 18</i> –	Types de dispositifs observés dans le Design Space.	p.91
<i>Figure 19</i> –	Relation entre les types de dispositifs (à gauche) et les mediums de représentation (à droite)	p.94
<i>Figure 20</i> –	Continuum de tâches vertical. Les artefacts correspondants sont placés en vis-à-vis.	p.96
<i>Figure 21</i> –	Relation entre les tâches (à gauche) et les quatre types de dispositifs (à droite).	p.99

<i>Figure 22</i> –	Coordonnées Parallèles correspondant aux artefacts produits dans le domaine académique. L'opacité des trajectoires est relative à la quantité d'artefacts.	p.102
<i>Figure 23</i> –	Coordonnées parallèles correspondant aux artefacts produits dans le domaine du design. L'opacité des trajectoires est relative à la quantité d'artefacts.	p.102
<i>Figure 24</i> –	Coordonnées Parallèles correspondant aux artefacts produits dans le domaine industriel. L'opacité des trajectoires est relative à la quantité d'artefacts.	p.102
<i>Figure 25</i> –	Exemples de dessins réalisés par les participants : a) schéma de leur logement et b) chronologie des activités réalisées.	p.124
<i>Figure 26</i> –	Extrait du codage des appareils décrits par le participant P2. Les appareils sont divisés en deux groupes, cités et oubliés. Tous les objets sont décrits à travers 6 critères.	p.126
<i>Figure 27</i> –	Extrait du tableau de comptage des références pour les appareils cités par le participant n°2. Les valeurs surlignées en jaune sont citées comme exemple dans le texte.	p.126
<i>Figure 28</i> –	Répartition des types d'appareils cités (en bleu) et oubliés (en rouge) par les participants	p.127
<i>Figure 29</i> –	Table présentant le résultat des simulations de consommations. Les colonnes correspondent aux participants et les lignes correspondent aux objets. Les valeurs sont exprimées en kWh et représentent le total annuel de consommation.	p.129
<i>Figure 30</i> –	Graphique à barres empilées montrant la distribution des appareils déclarés (colonne de gauche) et simulés (colonne de droite) pour chaque type. Les gammes de couleurs correspondent aux types d'appareils. Ce graphique concerne les participants qui utilisent l'électricité comme énergie de chauffe (P1, P2, P3, P7, P8)	p.132
<i>Figure 31</i> –	Graphique à barres empilées montrant la distribution des appareils déclarés (colonne de gauche) et simulés (colonne de droite) pour chaque type. Les gammes de couleurs correspondes aux types d'appareils. Ce graphique concerne les participants qui utilisent une autre énergie que l'électricité pour le chauffage (P4, P5, P6, P9, P10)	p.132

- Figure 32* – Représentation graphique de la stratégie du participant P3. La chronologie est représentée en abscisse, elle est ponctuée par les facteurs déterminants externes et/ou internes. Les tâches sont placées en ordonnée. L'articulation entre les instruments utilisés est soulignée par les flèches. p.153
- Figure 33* – Représentation graphique de la stratégie du participant P1. La chronologie est représentée en abscisse, elle est ponctuée par les facteurs déterminants externes et/ou internes. Les tâches sont placées en ordonnée. L'articulation entre les instruments utilisés est soulignée par les flèches. p.155
- Figure 34* – Représentation graphique de la stratégie du participant P5. La chronologie est représentée en abscisse, elle est ponctuée par les facteurs déterminants externes et/ou internes. Les tâches sont placées en ordonnée. L'articulation entre les instruments utilisés est soulignée par les flèches. p.157
- Figure 35* – Représentation graphique de la stratégie du participant P7. La chronologie est représentée en abscisse, elle est ponctuée par les facteurs déterminants externes et/ou internes. Les tâches sont placées en ordonnée. L'articulation entre les instruments utilisés est soulignée par les flèches. p.159
- Figure 36* – The Element, un radiateur dont la chaleur est produite par 40 ampoules électriques. Projet développé dans le cadre du projet de recherche Static !(Backlund et al. 2007) p.193
- Figure 37* – Exemple de réalisation utilisant le principe d'informations ambiantes : « Aesthetic awareness display ». Réalisation à partir d'une peinture de Jan David de Heem (Ferscha et al. 2006) p.196
- Figure 38* – Montre Withings move p.196
- Figure 39* – Exemple d'informations fournies à un groupe d'élève pendant l'atelier de travail du 01 décembre 2017. p.204
- Figure 40* – Photographie réalisée pendant l'exercice des maisons. Un élève liste et localise les objets électriques présents dans l'habitat du persona. p.205
- Figure 41* – Exemple de proposition énoncée à l'issue de l'atelier sur les persona. p.206

<i>Figure 42</i> – Représentation visuelle de la consommation moyenne quotidienne des dépenses énergétiques d'un foyer décrit par un groupe d'élèves.	p.209
<i>Figure 43</i> – Planche contact regroupant les 15 propositions présentées par les élèves le 28 janvier 2018.	p.211
<i>Figure 44</i> – Localisation des propositions dans le Design Space.	p.214
<i>Figure 45</i> – Graphique représentant les types de foyers renseignés dans les propositions finales des élèves.	p.220
<i>Figure 46</i> – Répertoire de gestes quotidiens sur des appareils nécessitant de l'énergie pour fonctionner. Assemblage de plans d'une vidéo réalisée par un élève.	p.222
<i>Figure 47</i> – Répartition des représentations que les élèves ont jugées les plus utiles pour leur projet. Graphique extrait de Googleform.	p.223
<i>Figure 48</i> – Tableau créé lors de la phase de découverte des interstices. Les auteurs ont listé douze besoins en information énergétiques et identifié six dispositifs. La matrice leur sert à qualifier les données et tâches utilisateurs.	p.235
<i>Figure 49</i> – Sélection de travaux de recherche créés par les designers.	p.236
<i>Figure 50</i> – Mise en situation du projet interrupteur.	p.239
<i>Figure 51</i> - Mise en situation du projet Chargeur induction.	p.240
<i>Figure 52</i> - Mise en situation du projet Horloge.	p.241
<i>Figure 53</i> - Mise en situation du projet Station météo.	p.242



## Liste des tableaux

Tableau 1 –	Récapitulatif des dimensions présentées dans les précédents Design Space. Chaque ligne correspond à une étude. Chaque colonne représente une méta-dimension. Les cases colorées indiquent que l'étude indiquée cite cette dimension.	p.57
Tableau 2 –	Table contenant les données démographiques des 10 participants (sexe, âge, activité) ainsi que les données relatives au logement (nombre d'habitants, type, localisation, statut d'occupation, type de compteur électrique et énergie de référence pour le chauffage).	p.120
Tableau 3 –	Récapitulatif des différents instruments utilisés par les participants de l'étude.	p.137
Tableau 4 –	Récapitulatif des tâches déclarées par les participants.	p.139
Tableau 5 –	Récapitulatif des facteurs déterminants découverts. Chaque référence est reliée au participant qui l'a évoquée.	p.144
Tableau 6 –	Buts identifiés suite à l'analyse des déclarations des participants. Elles sont ordonnées par nombre de citations. Les éléments en gras correspondent aux exemples détaillés dans ce chapitre.	p.149
Tableau 7 –	Récapitulatif des résultats obtenus dans les précédentes études. Celles correspondant au Design Space sont à la gauche du tableau. Celles de l'étude empirique se trouvent à la droite.	p.181
Tableau 8 –	Données démographiques des participants de l'atelier.	p.202
Tableau 9 –	Tableau regroupant les propositions des élèves (colonnes) et les critères de conception (lignes).	p.212
Tableau 10 –	Qualification de l'implantation des propositions	p.217
Tableau 11 –	Croisement des résultats des précédentes sections. Les nouveautés observées sont reliées aux propositions qui leur correspondent par la couleur verte.	p.219



# Notes

- 1 L'électricité primaire est l'électricité d'origine nucléaire, hydraulique, éolienne, solaire, photovoltaïque et géothermique.
- 2 LINKY est le compteur de dernière génération déployé par ENEDIS. Il permet le relevé et la transmission de données de consommation de façon automatisée. La fréquence de la relève plus rapide que les précédentes versions de compteur permet d'obtenir des relevés plus précis.
- 3 Lorsque les usagers constatent une baisse de leur consommation ils ont tendance par la suite à l'augmenter. À terme, les petites économies réalisées sont largement absorbées.
- 4 École doctorale Institut Polytechnique de Paris
- 5 Méthode utilisée en psychologie ergonomique pour désigner des personnes fictives ou archétypes d'utilisateurs d'un système en cours de création
- 6 Par artefacts nous définissons tout objet ou système créé et fonctionnel
- 7 Processus de création d'un message selon un code.
- 8 Par méta-dimension nous définissons un ensemble de dimensions dont le sujet est proche mais pas nécessairement formulé de la même manière par les auteurs.
- 9 <https://www.rca.ac.uk/>
- 10 <https://www.ensci.com/ensci-les-ateliers/>
- 11 <https://www.ecal.ch/fr/100/homepage>
- 12 <https://www.polimi.it/>
- 13 Travaux réalisés dans le cadre d'une recherche scientifique et présentés sous la forme d'un article de revue ou de conférence. Cette catégorie regroupe de nombreuses disciplines académiques.

- 14 Ce domaine correspond à des travaux réalisés par des designers dans le cadre de leur études, présentés à des concours ou à des expositions de design.
- 15 Ce domaine englobe les travaux qui ont été ou sont disponibles dans le commerce.
- 16 eNR: Désigne l'énergie produite par les filières renouvelables comme l'éolien, l'hydraulique ou le solaire.
- 17 L'appairage est la réunion de plusieurs pièces pour qu'elles fonctionnent ensemble.
- 18 Pendant période verte, l'énergie utilisé provient majoritairement de sources d'énergie renouvelables.
- 19 En français tableau de bord, désigne la composition de plusieurs informations sur un seul écran.
- 20 La consommation globale est décomposée et il est possible d'obtenir des données de consommation pour chaque appareil électrique
- 21 Home Energy Management System
- 22 La catégorie FROID correspond aux appareils qui produisent du froid. Cela peut aussi bien être un réfrigérateur, un congélateur ou bien un système de climatisation.
- 23 Nous distinguons le temps d'utilisation du temps de fonctionnement. Le temps d'utilisation correspond à une action volontaire de l'utilisateur
- 24 Il s'agit du logiciel diagSérie
- 25 Par type : cuisson, chauffage, éclairage, électroménager, froid, média et petit-électroménager.
- 26 EJP : Électricité Jour Plein, désigne un type de contrat proposé par EDF.
- 27 Appelé également talon ou conso de veille, la consommation de base correspond à ce que consomme le foyer lorsque l'habitant n'effectue aucune action électrique.
- 28 Un index de consommation est une valeur horodatée exprimée en kWh. Elle est visible sur le compteur d'électricité. Pour calculer la consommation sur une période, il faut soustraire le dernier index avec le précédent.

- 29 Partie mobile d'un ouvrage de menuiserie. Concerne les portes, portes-fenêtres, velux®, fenêtres, baies vitrées, ...
- 30 Capacité de matériels, de logiciels ou de protocoles différents à fonctionner ensemble et à partager des informations
- 31 Incompressible car cette consommation concerne les appareils qui fonctionnent de manière automatique et sans usage direct du participant.
- 32 On appelle mix énergétique, l'ensemble des productions de l'électricité (nucléaire, hydrauliques, carbonée etc)
- 33 Lou Chesne, ingénieur-chercheur au département TREE, EDF r&d
- 34 Samuel Huron, chercheur à Télécom-paris Tech et Co-encadrant de cette thèse
- 35 Guillaume Foissac, directeur du designLab
- 36 La comparaison avec un foyer similaire est communément utilisée par les fournisseurs d'énergie pour proposer un référentiel de la consommation du client. Les foyers sont jugés similaires selon des critères de superficie, nombre de personnes occupant le foyer et types d'appareils électriques utilisés.
- 37 Une maquette d'aspect rend compte des caractéristiques esthétiques d'un objet mais n'est pas fonctionnelle.
- 38 Formulaire en ligne Google Form
- 39 Un pic (ou pointe de consommation) représente le niveau de consommation le plus élevé sur une période.
- 40 Appelée également talon ou conso de veille, la consommation de base correspond à ce que consomme le foyer lorsque l'habitant n'effectue aucune action électrique
- 41 Contraction anglaise de terme professionnel et consumer.



# Annexes

## 1. Design Space

- Matrice de codage des artefacts ;
- Extrait du codage des Tâches.

## 2. Étude Empirique

- Protocole et Questionnaire ;
- Extrait d'une transcription ;
- Plans réalisés par les participants ;
- Chronologie réalisées par les participants ;
- Sélection de photographie des instrumensts observés.

## 3. Atelier de création

- Fiche maisonna vierge ;
- Exemple de fiche maisonna complétée ;
- Livret de simulation de consommation du persona ;
- Carnet de recherche réalisé par un élève durant l'atelier.



## **Annexe - 01 -**

### **Design Space :**

- Matrice de codage des artefacts.
- Extrait du codage des Tâches.



This table presents the dataset of design space. Each line represents a reference of artefact. Each row represents value. References cited as use cases are highlighted in yellow color. Legends are written in grey square.

Matrice de codage des artefacts

ID	ARTEFACT NAME	DATA											REPRESENTATION				DEVICE		USER		
		Type & origin		Measurement unit		Spatial scale			Temporal scale				medium	Visualization style			Physical variable		Relation	Tasks	
		internal consumption grid consumption synthetic consumable other	Watt kWh/m €	CO2 C L Ml gamified m3	nation city street household room appliance	year month week day real time prevision hour	A	B	C	D	E	F	Device type	Relation							
1	7K oaks and counting												viz	4		7	1	1			
2	altruistic screen												viz	1			2	1			
3	bar chart												viz	2	1		2	1			
4	Biospheric screen												viz	4		2	2	1			
5	Clockcast												phiz	2	3		3	3			
6	Community/Grid Balance												viz	5	9	3	1	1			
7	CompteurVivant												phiz			3	3	2		reflexion	
8	Coralog												viz	4		2	2	1		awareness	
9	Cosmic Dashboard												viz	3	1	1		2	1		
10	coupe veille												phiz			5	3	3		action	
11	crank sound box												son			2	1	1		action	
12	Data Sculpting												viz	2	18			2	1	reflexion	
13	Dina lamp												phiz			1	3	3		action	
14	dolhouse game												viz	4		5	2	1		understand	
15	dubuque												viz	2	1			2	1		
16	EcoBear												phiz			1	1	2	1		
17	eForecast												viz	2	4	5		2	1		
18	egoistic screen												viz	3	5	5		2	1		
19	EMONCMS												viz	2	1			2	1	understand	
20	energy aware clock												viz	2	14	5	1	1	1	reflexion	
21	Energy Babble												son			9	2	1	1		
22	energy clock												viz	2	13	5		2	1	understand	
23	energy curtain												phiz			7	1	3	3		
24	Energy Life												viz	4		7	1	2	1	reflexion	
25	energy orb												phiz			1	1	1	1	awareness	
26	Energy Storytelling												phiz	1			1	1	1	reflexion	
27	energy tee												viz	4		1		2	1		
28	energy wiz (live data)												viz	4	12	1		2	1		
29	ematic radio												son			6	2	3	3		
30	Eyedrohighlight												viz	2	1	5		2	1	awareness	
31	Figure energy												viz	3	2	5		2	1	understand	
32	flower lamp												phiz			2	3	3	3	awareness	
33	forewatch												viz	2	5	5		2	1	awareness	
34	glow												phiz			1	1	1	1		
35	Google PowerMeter												viz	2	1			2	1		
36	graph												viz	4		6	3	2	2		
37	green machine												viz	2	2			2	1	understand	
38	handy feedback												viz	2	5			2	1	data Gathering	
39	heat sensitive lamp												phiz			3	3	3	3		
40	home Tree												viz	5	1			2	1		
41	horloge energetique												viz	2	13	5		2	1		
42	Household Energy Game												viz	2	16	5	1	1	1	data Gathering	
43	InLuce												phiz			3	1	4	2		
44	light jar												phiz			1	1	1	1	action	
45	LoopEnergySaver												viz	2	5			2	1	awareness	
46	lumee												viz	4		2	2	1	1		
47	luminon												phiz			1	1	1	1	understand	
48	my companion												viz	2	13			2	1	understand	
49	nootan												phiz			5	1	3	3		
50	Normal Canvas												viz	5		2		2	1		
51	nuage vert												phiz			3	1	4	2		
52	POEM												viz	4		1		2	1	reflexion	
53	Polar Bear												viz	5		2		2	1		
54	power advisor (status view)												viz	2	5	7		2	1	awareness	
55	power point												viz	2	12			3	3		
56	power viz(screen saver)												viz	4		5		2	1	awareness	
57	PowerAwareCord												phiz			5	1	3	3	understand	
58	PowerChord												son			2	2	1	1	awareness	
59	PowerExplorer												viz	4		3		2	1		
60	PoweringKitchen appliance												viz	3	7			2	1	awareness	
61	PoweringKitchen day												viz	2	6			2	1	understand	
62	powerley												viz	2	13			2	1	understand	
63	pulse												viz	2	17	5		2	1		
64	Pulse interrupteur												phiz			1	7	1	3	3	understand
65	Reveal it												viz	2	1	7		2	1		
66	semaphore												phiz			1	1	1	1	action	
67	shake light bottle												phiz			1	1	1	1	data Gathering	
68	share aware light												phiz			1	3	3	3		
69	sinais												viz	8		1		2	1		
70	smappee												viz	2	1			2	1	awareness	
71	social power game												viz	2	2	19		2	1		
72	social screen												viz	1		5		2	1		
73	Sos Florestas												viz	2	8			3	2		
74	study3												viz					2	1		
75	switch												viz	2	4			3	3	action	
76	ténère												viz	4		1		3	3		
77	the box												viz	4	4	5		2	1		
78	the eco eye												viz	1					1		
79	the element												phiz			5	1	3	3		
80	the energy plant												viz	4		1		1	1		
81	the herms												viz	2	16			2	1		
82	the hive design												viz	4		2		2	1		
83	the local energy indicator												phiz			12	3	1	1	1	
84	the local energy lamp												phiz			1	3	3	3		
85	the phylotaxis design												viz	4		1		2	1		
86	the pinwheel design												viz	4		7		2	1		
87	the power house												viz	4	5	8		2	1	reflexion	
88	The street inspector												phiz			9	3	1	1		
89	tidy street project												viz	2	2			4	2	awareness	
90	tiree energy pulse												viz	2	2			2	1	awareness	
91	totem												phiz			1	1	1	1	understand	
92	TreeVis												viz	4	5	1		2	1		
93	vision energy sculpture												phiz			6	3	1	1		
94	wag												phiz			4	3	1	1	reflexion	
95	Watt I See												phiz			1	1	1	1		
96	Watt Lite												viz	2	1			1	1	understand	
97	watt time												viz	2	13	5		3	3	understand	
98	wattbot												viz	2	1	5		2	1	awareness	
99	wattson												viz	4		1		1	1		
100	wivaldi												viz	2	15	5		2	1	reflexion	

LEGEND

<b>A Visualization style</b>	1
textuel	2
pragmatique	3
embellish chart	4
casual	5
artistic	5
<b>B Visualization chart type</b>	1
bar chart	2
line chart	3
pie chart	4
donut	5
jauges	6
arc	7
stream chart	8
radio button	9
indefini	10
sunburst	11
bubble	12
unit	13
circular column	14
circular area	15
nightingale	16
heatmap	17
sankey	18
history flow	19
map	19
<b>C Visual metaphor</b>	1
vegetal	2
animal	3
planete	4
physique	5
utilitaire	6
industriel	7
jouet	8
TV reality	9
measurement tool	9
<b>D Physical variable</b>	1
lumière	2
son	3
mouvement	3
<b>E device type</b>	1
dedicated devices	2
information devices	3
domestic	

Paner ref	Quote	Tagging	Categorie1
7K oaks and counting	-		
altruistic screen	-		
bar chart	-		
Biospheric screen	-		
Clockcast	With the clock, you can just turn your head and you see it, and then you	?????	
Community/Grid Balance	-		
Compteur/Vivant	il détermine chaque mois son seuil de dépenses en réglant son widget.	<b>setup threshold</b>	Reflexion
Coralog	creates an awareness of the connection between human	<b>awareness</b>	Engage
Cossmic Dashboard (summary \	-		
coupe veille	L'utilisateur est alors invité à couper l'appareil	<b>unplug</b>	Action
crank sound box	Turning the crank on one face records sound using energy collected	<b>record and play sound , produce energy</b>	Action
Data Sculpting	Data Sculpting allows us to shift consumption interactively by 'moulding'	<b>explore what if scenarios, simulation</b>	Reflexion
Dina lamp	DINA needs money to activate, coins are the ones who transmit power	<b>activate</b>	Action
dollhouse game	The tasks were designed to have special focus on activities that people	<b>diagnostic, unplug</b>	Comprendre,
dubuque	Although the volunteers had already made a wide range of changes to	?????	
EcoBear	The bear cub is designed to be placed inside the refrigerator		
eForecast	enables people to act more favorably in their use of resources.		
egoistic screen	-		
EMONCMS	a powerful open-source web-app for processing, logging and visualising	<b>processing, logging, visualizing</b>	Comprendre,
energy aware clock	The idea that the user would discover and learn about the electricity	<b>learn, discover</b>	Reflexion
Energy Babble	The experience offered by the Babble Devices, once they are properly	?????	
energy clock	By touching the bars, the user can change between different visual	<b>change styles, explore consumption</b>	Comprendre
energy curtain	-		
Energy Life	<i>helps to identify the relation between users' own actions and a pre-defined</i>	<i>define goal, monitor action, idetify relation btw</i>	Reflexion
energy orb	But when you suddenly see your ball flashing red, you notice.	<b>awarness</b>	Engage
Energy Storytelling	annotate things—buildings, objects, appliances—with comments,	<b>annotate,</b>	Reflexion
energy tree	Users name the group and choose a tree among popular species in the		
energy wiz (live data)	-		
erratic radio	As you move into the kitchen, still trying to follow the radio program, it		
EydroHighlight	See your hourly electricity consumption versus time-of-use pricing, or	<b>monitor (money), unplug</b>	Engage,
Figure energy	Users can seamlessly zoom in (down to two-minute periods) and out	<b>Visualize, annotate, label</b>	Comprendre
flower lamp	encourage people to use less energy in their home	<b>encourage</b>	Engage
forewatch	This display allows the users to immediately perceive the forecast for	<b>Forecast, Monitor</b>	Engage
glow	-		
Google_PowerMeter	-		
graph	-		
green machine	Users can visualize this total energy use in di erent time periods, such as a day, week,	<b>visualize</b>	Comprendre,
handy feedback	To perform a measurement, the user simply has to acti- vate the	<b>measure</b>	Data Gathering
heat sensitive lamp	The end-user can be involved in the design process by using the bulb	?????	
home Tree	When it is not used for two minutes it goes to the energy awareness	<b>screen saver</b>	
horloge energetique	-		
Household Energy Game	had people estimate their energy use through a series of questions,	<b>estimate , ???</b>	Data Gathering
InLuce	opens a dialogue between citizens/consumption patterns and	<b>dialogue</b>	
light jar	The jar collects solar or other light energy; opening the jar activates the	<b>switch,</b>	Action
LoopEnergySaver	Set your energy spend budget and Loop Energy Saver will keep track	<b>keep track, stay in control</b>	Engage
lumee	-		
luminion	Le Luminion est un outil communautaire qui permet de visualiser sa	<b>Visualize, command, declare feelings</b>	Comprendre
my companion	It allows, for example, to realize the washing machine and oven are	<b>realize, calculate savings, delaying</b>	Comprendre
nootan	-		
Normal Canvas	-		
nuage vert	-		
POEM	he POEM UI also allows users to state their subjective feeling of	<b>status update</b>	Reflexion
Polar Bear	-		
power advisor (status view)	It provides self monitoring through personalized information ...	<b>monitoring</b>	Engage
power point	-		
power viz(screen saver)	generate awareness of power consumption	<b>awarness</b>	Engage
PowerAwareCord	The interface of the Power-Aware Cord invites users to plug in different	<b>relate, direct feedback, plug</b>	Comprendre
PowerChord	it was sug- gested that being able to 'listen' to whether appliances were	<b>monitor</b>	Engage
PowerExplorer	we enable the user to map power events to the current tasks performed	??????	
PoweringKitchen appliance	Zoom out to an entire month, and see the same fridge energy use	<b>monitor</b>	Engage
PoweringKitchen day	We built a tool that let visitors dig deeply into this information, and learn	<b>analyse, learn</b>	Comprendre
powerley	Our utility partners have instant and secure access to analyze	<b>analyse, manage, capture insight</b>	Comprendre
pulse	-		
Pulse interrupteur	visualiser l'état de la consommation énergétique de l'habitat	<b>visualize</b>	Comprendre,
Reveal it	llow multiple participants to simultaneously interact with our system		
semaphore	Chacun peut ainsi adopter des comportements énergétiques adaptés.	<b>adapting behavior</b>	Action
shake light bottle	Shaking the bottle collects energy; removing the cap activates the light	<b>produce energy, switch on / off</b>	Data Gathering
share aware light	-		
sinais	y. When a person stands in front of the screen for more than a few	?????	
smappee	Grâce à l'app Smappee pratique et au tableau de bord Smappee, vous	<b>monitoring</b>	Engage

## **Annexe - 02 -**

### **Étude Empirique :**

- Protocole et Questionnaire.
- Extrait d'une transcription
- Plans réalisés par les participants
- Chronologie réalisées par les participants
- Sélection de photographies des instrumensts observés



### Préparation de l'étude Empirique

Observation de la relation des utilisateurs avec l'électricité (au travers des usages): la conscience de leur consommation, leurs motivations à consulter une information énergétique, leurs besoin en information et leurs limites de compréhension des dispositifs existants.

10-15 personnes sont interviewées à leur domicile.

Durée de l'interview : 1h30 -2h

Deux documents sont à renseigner avant l'étude :

1. Questionnaire démographique (âge, genre, métier, niveau d'étude, domaine, ville d'habitation, énergie de chauffage (check box), mètre carré, motivation pour économiser de l'énergie, vérifiez vous votre consommation d'énergie ?)

2. Formulaire de consentement

//////////

**1. Entretien : semi directif**          Durée : 1h.

Comment les utilisateurs décrivent-ils leurs usages électriques dans le foyer ?

Ont-ils conscience de la consommation de leurs équipements ?

Quelles sont leurs connaissances énergétiques ?

Sont-ils motivés pour faire des économies d'énergies ?

#### Description des appareils électriques

- A votre avis, combien d'appareils électriques il y a-t-il chez vous ? Pouvez-vous les lister ?
- Quels sont les appareils que vous utilisez le plus fréquemment ?
- Pouvez-vous me schématiser sur un plan de la maison où se trouve ces objets ? (à dessiner)
- Quelle est selon vous la pièce la plus consommatrice du foyer ?
- Quelles sont, classées par ordre de grandeur les 5 appareils les plus consommateurs de votre foyer ? Pour quelles raisons faites-vous ce classement ?

• Selon votre appréciation, pourriez-vous classer ces appareils par catégories et nous expliquer les raisons de vos choix ?

• Certains appareils fonctionnent tout seul (réfrigérateur, ballon d'eau chaude, box internet), savez-vous ce qu'ils représentent sur votre consommation en pourcentage sur un mois ?

#### Usages

• Pouvez-vous décrire et noter chronologiquement les objets électriques que vous avez utilisé hier, entre le lever et le coucher ? (à dessiner)

• A quels moments pensez-vous avoir consommé le plus d'électricité ? Pouvez-vous expliquer pourquoi ?

• Dans la journée que vous avez décrite, avez-vous eu des stratégies de réduction de consommation ? Si oui, pour quelles raisons ?

////////// PAUSE 10 MIN //////////

## 2.Observation d'une activité réelle : la consultation d'outils de feedback énergétique existant

Quelles sont les motivations des utilisateurs à utiliser des outils de feedback énergétique ?

Quels sont les besoins en information attendus par les utilisateurs ?

Les outils de feedback énergétiques utilisés sont-ils compris par les utilisateurs ?

**Durée : 1h.**

Nombre de dispositifs utilisés (Prise de vue photographique.)

- Quels sont les objets (facture, compteur, application, autres) qui permettent de suivre et de contrôler votre consommation ?
- Sont-ils mis à disposition par le fournisseur d'énergie ou bien proviennent-ils d'autre part ?
- S'ils ne sont pas mis à disposition par le FE, quelles ont été les motivations pour les obtenir ?

Localisation des dispositifs dans habitat (Questions à poser pour chaque objet )

- A quel endroit de la maison est localisé le dispositif ? (Compteur, bilan, facture, home display, application,)
- Pourriez-vous m'expliquer l'usage que vous avez de cet objet ?

Motivation de consultation de ces dispositifs (Questions à poser pour chaque objet )

- Quand l'avez-vous consulté la dernière fois ?
- Quels sont les raisons qui vous ont motivé à le faire (ou ne pas le faire) ?
- Quels sont les moments particuliers qui déclenchent le besoin de consultation ? (météo, facture,...)
- Se produisent-ils fréquemment ?

Taches effectuées avec les dispositifs (Questions à poser pour chaque objet)

- A quoi vous servent les informations présentes sur le dispositif ?
- Les informations présentes sur ce dispositif répondent-elles à vos besoins ?
- Comment utilisez-vous ces informations ? les consultez-vous, les annotez-vous, les comparez-vous ?
- Communiquez-vous ces informations avec d'autres personnes ? Si oui, comment procédez-vous ?
- Comment interprétez-vous ces informations par rapport à vos usages électriques ?
- Est-ce que ces informations reflètent (représentent) bien vos usages ? Pouvez-vous expliquer pourquoi ?
- De quoi auriez-vous besoin en plus ?

Compréhension des unités exprimées sur le dispositif d'information

- Comment savez-vous si une valeur (en kWh, W, €) est trop importante, trop faible ou normale ?

**Observation****00:10 Quels sont les objets (facture, compteur, application, autres) qui permettent de suivre et de contrôler votre consommation ?**

00:19 J'ai mon ordinateur, mon portable et mon compteur. L'ordinateur avec le site internet, mon portable parce que j'ai mis l'application mais que j'utilise assez peu en fait et le compteur parce que en fait ... c'est vraiment par période des fois il faut faire des relevés, faut pas en fait, ils viennent mais des fois tu peux faire tes relevés toi même. j'en faisais beaucoup quand je voyais que je consommais beaucoup d'électricité.

00:59 Et d'ailleurs, il me semble que ... j'ai une note dans lequel je met mes kWh. mais je suis pas sur ... Dans les notes j'ai plein de trucs, notamment un mail que je leur ai envoyé pour gueuler Ou je parle des kWh et combien j'ai consommé, de ce que l'on me demande de payer.

01:39 En gros, en fait j'avais reçu .... l'an dernier je payais 90 € par mois. L'année d'avant, j'étais pas arrivé en été mais, plus proche de l'hiver et il s l'avaient extrapolée vu que j'avais énormément consommé avec le chauffage l'hiver, sur les autres mois, ils m'avaient fait un truc énorme pour l'année d'après. Donc je suis arrivé à 90€ par mois et on voit que j'ai consommé donc... où ils me disaient que c'était prévu 6152 kWh et j'ai consommé que 3884, c'est une différence importante et pourtant la nouvelle année, cette année là ils me proposent 84€ par mois, ils me réduisent que de 6 € et j'ai fait la corrélation parce qu'ils me disent pour un truc prévu de 4662\ . Donc moi j'ai divisé bêtement et simplement pour voir combien ça consommait donc et je voyais qu'il y avait une différence en gros. Sur la première année où j'ai beaucoup consommé j'ai consommé tant, Je sais qu'il ne faut pas diviser ça parce qu'il ya plein de coût mais comme j'ai fait le même calcul sur tous, on voyait bien , ça m'a fait genre 0,16 par kWh la deuxième année où ils me proposer de payer pourtant 990€ ça faisait aussi pareil mais là ma nouvelle année où ils me demandaient de payer 84€ ça fait 924 € sur l'année pour que ça de kWh, ça fait que finalement on est monté à 0,20 kWh, il devait y avoir un problème.

03:15 Du coup, ils m'ont fait une régulation, ils m'ont baissé mais j'ai rien compris. Ah non ! en fait c'est pas ça. En fait ce que j'ai c'est des photos ... de mon compteur .... il est dans mon couloir.

**Utilises tu des applications tierces, non fournies par ton fournisseur d'énergie ?**

03:59 j'avais vu ça un jour, une application, un truc qu'il fallait brancher au compteur mais ça ne marchait pas avec mon ancien compteur à roulette , j'ai

pas le truc électrique. ça avant l'air assez cher pour pouvoir suivre un peu combien tu consommes.

04:15 Je cherche toutes mes photos ... Je remonte dans le temps parce que je ne le fait pas souvent mais du coup quand je dois faire un relevé je prend une photo de mon compteur. en fait, je vais juste au compteur, prend la photo, et après tu vois là j'avais fait 76760,95, après je remonte dans le temps, souvent je fais ça... Je prend la photo, je note sur mon ordinateur et je remonte dans le temps jusqu' à voir tu vois le précédent où j'avais 73560 et je compte combien j'ai consommé ... Ah j'ai pas bcp consommé je suis content.

05:23 A chaque fois que je vais faire mon relevé de compteur, je fais ça et je regarde toujours la photo précédente, donc je remonte le temps et je regarde. Même si ici je peux voir ...

**05:59 C'est toi qui fait la déclaration sur le site ?**

05:59 je ne suis pas obligé mais ça me permet de gueuler et de dire ah ben non j'aimerais payer moins cher. Là (sur le site) ils me disent ... J'ai fait une auto relève, ils ont vu tant, le lendemain il y avait une relève énédis, la même chose du coup. Combien, il y avait dans les auto relèves, il y a un autre truc mais je ne sais plus où c'est ... je cherche.

**07:20 Quelles sont tes motivations pour consulter le site, l'application et le compteur ?**

08:03 Je vais voir le site quand je reçois une facture ou quand je reçois un mail de ... je reçois des mails de direct énergie. J'en ai plein. Ah oui, j'utilise aussi beaucoup mes mails aussi. Ça permet d'avoir des traces, même si je peux retrouver ça sur le site. Notamment mon échéancier de la première année. Je garde ça aussi sur mon ordinateur je les télécharge mais je ne sais pas où ils sont, sûrement dans les fichiers téléchargements, j'ai pas fait de dossier particulier. En fait, pour tous les trucs comme ça je garde mes mails et ça me permet de constater une facture ou un échéancier qu'il m'avait fait avant. Si en plus ils ne l'ont pas sur le site. J'ai des mails de satisfactions, je m'en fiche, je ne les regarde pas. Voilà un mail avec échéancier ; vous avez fait tant on vous réévalue, dès que je reçois un mail comme ça je vais aller sur le site pour essayer de comprendre pourquoi ... je le fais des que j'ai un mail, il n'y a pas que pour l'énergie ... dès qu'il y a une facture je vais la consulter.

09:40 la dernière facture, je l'ai reçue ... ah non ça c'est moi qui avait fait une demande parce que je n'étais pas content ... ils ont mis un mois avant d'avoir une réponse? j'ai dû les appeler, c'est dur de leur faire entendre raison. D'exprimer ce que l'on comprend pas surtout et si ils ont fait une erreur. J'ai l'impression

que eux aussi ne comprennent pas ... C'est pas des spécialistes de l'énergie, c'est juste des plateformes d'appel.

10:37 j'ai décidé d'aller chez direct énergie parce que l'ancienne locataire veut ça. C'est mon premier appartement, donc je ne savais pas où aller. Il y avait un prix pour changer le compteur, 50 ou 25 € et je pensais que si je restais chez direct énergie j'aurai pas à payer ça. Donc j'ai regardé les prix, j'ai vu que c'était moins cher que chez EDF de x% , qu'il y avait le truc énergie verte et je me suis dit ça me convient. ... Mais je ne savais pas si c'était bien. Apparemment, ils gagnent plein de truc niveau service client, ils sont bien vu mais je ne sais pas si c'est vrai. Énergie verte, c'est pour des raisons écologiques .....

11:45 Avant de souscrire j'avais téléchargé toutes les fiches informatives sur les prix donc j'avais regardé combien c'était du kWh, qu'est qu'il y avait comme taxe ...

12:01 Ma dernière facture, je pense que c'était ça... voilà, Ils ont du me rembourser 340 € quand ils m'ont proposé 84€ c'est dans ce mail... Je suis allé sur le site et j'ai vu que les histoires de prévisions annuelles ... il ont réussi à baisser le prix de plus de 10€.

12:54 Dans leur mail, ils ne donnent pas grand chose comme informations. Par exemple, là ils me disent on vous rembourse tant. dans ... Je vais sur le site car j'ai envie de voir un truc authentique en fait. J'ai vu la facture, c'est énorme, je vais sur le site pour chercher d'autres informations , pour rechercher une erreur. Les informations par mails ne me conviennent pas.

14:25 Si c'est le prix normal, si dans le mail ... y'a marqué le prix normal alors je n'irai pas vérifier. S'il y a un écart alors je vais vérifier. mais le problème avec l'énergie c'est que il n'y a jamais... de facture tous les mois , tout est mensualisé.

16:01 Quand je prend le compteur en photo, des fois je compare ... J'ai toujours mes photos, je regarde mes photos ... Je prend mon relevé et je regarde la dernière photo que j'ai prise. Je prend ma calculatrice pour voir combien de kWh j'ai consommé , après je regarde sur le site pour voir s'il n'y a pas de problème.

16:37 Je ne fais pas d'auto relève tous le temps, seulement en période de crise. Souvent, à la fin de l'été et à la fin de l'hiver ou même au milieu de l'hiver pour vérifier si je gère bien mon chauffage. 2 ou 3 fois par an. Quand je les ai appelé la dernière fois, j'avais fait une auto-relève.... ça me permet d'ajuster l'échéancier

18:03 J'aime bien, pour voir si je suis bien par rapport à ce qui est prévu. L'été ça me rassure de le faire parce que c'est le milieu de l'année et j'ai pas consommé la moitié de ce qui était prévu. L'an dernier j'ai payer énormément et j'espérais

que l'on me rembourse plein d'argent. Ce qui a été le cas.

18:45 j'attend Linky avec impatience en espérant qu'il y ai plein de nouvelles fonctionnalités. Je ne suis pas sur que ça soit le cas ....

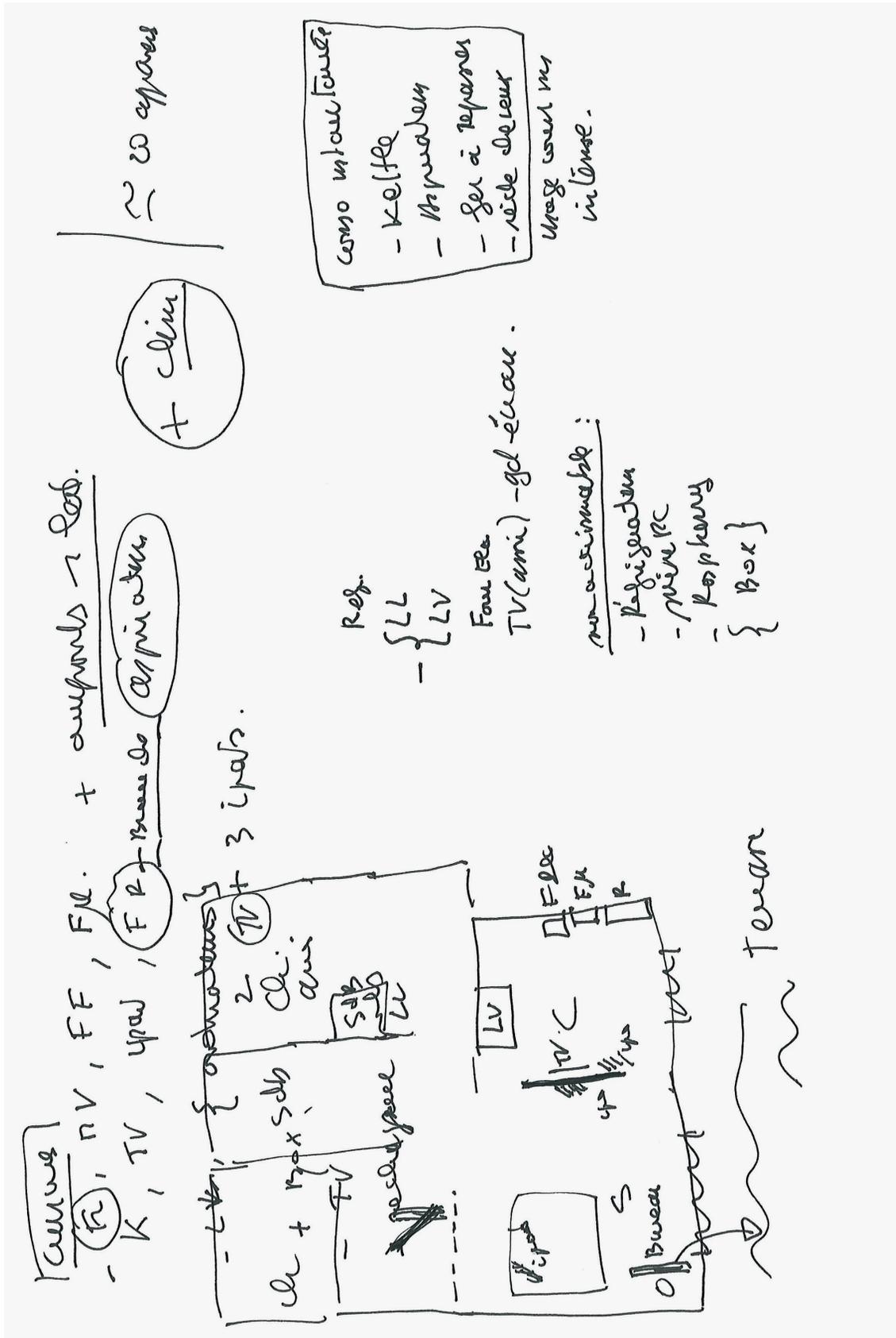
19:01 Ah ! ils ont appelé mon offre pur jus -2% et la mention écolo avait disparu. ils ont changé la grille tarifaire, ça devient offre verte. Il y avait plusieurs pur jus, moi j'avais éco et maintenant ce n'est que pur jus normal. Je me demandais , est ce qu'ils ont gardé les même tarifs qu'avant,? est ce qu'ils ont arrêté les offres écolos? Si c'est le cas c'est con, je paye plus cher pour un truc sans énergie verte sur le circuit. ça n'a aucun intérêt j'aimerais que l'on me mette en mode éco, J'ai quand même préféré les appeler pour mon problème de facture parce que ça prend du temps de les appeler.

20:23 Une fois j'ai regardé mon bilan annuel , je regarde les données, ça m'intéresse. ils me disent aussi que je consomme plus par rapport aux autres personnes qui ont la même surface. C'est information sont pour moi. pour savoir où je me situe mais apres j'ai envie de leur dire que j'habite au rez de chaussée, c'est normal que ça consomme plus, ca dépend aussi de nos appareils, il nous compare sans donner des détail, c'est bête. Je culpabilise de consommer autant mais je peux pas faire autrement ...

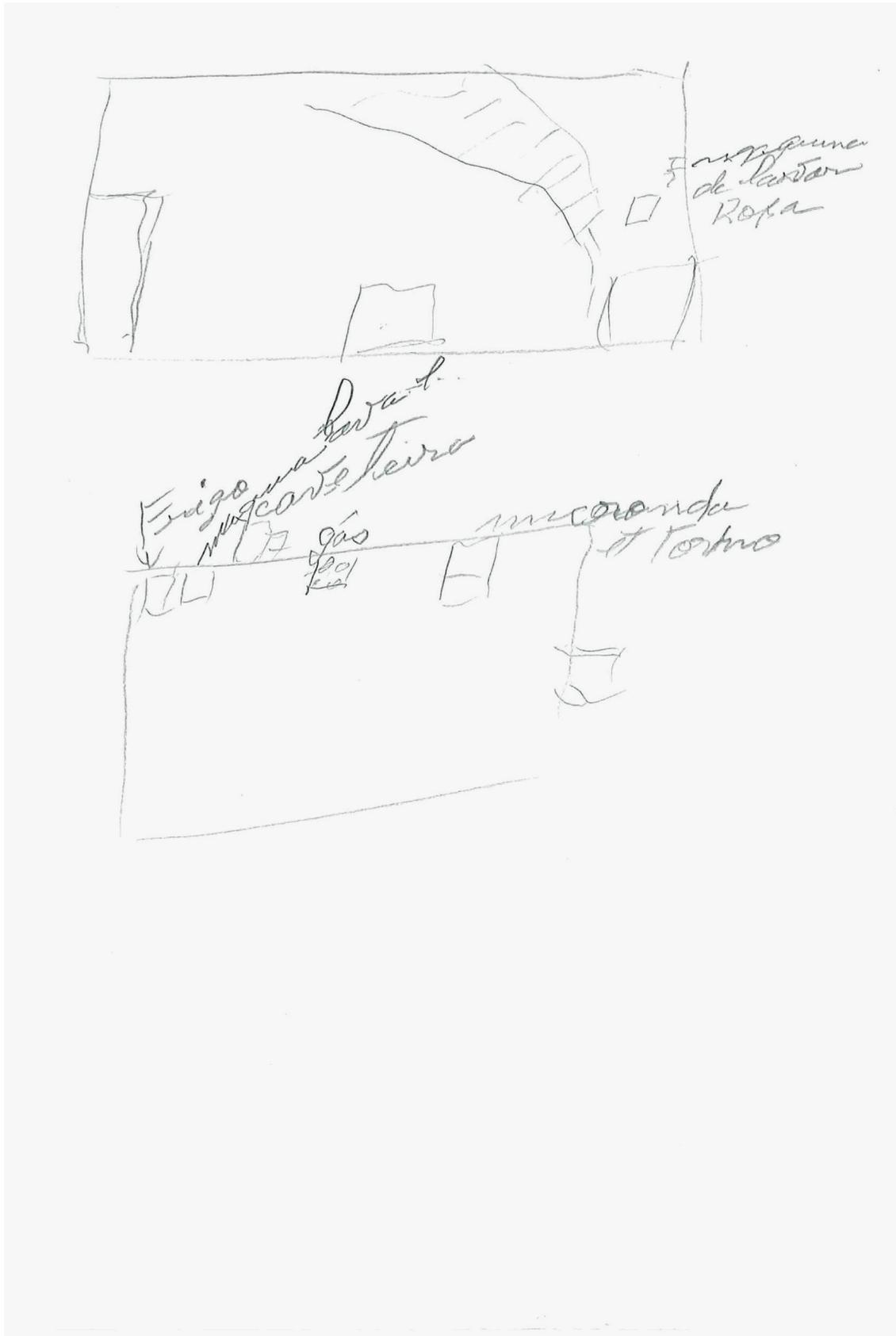
**21:25 est ce que les information qui sont sur le site reflètent ta manière d'utiliser l'énergie ?**

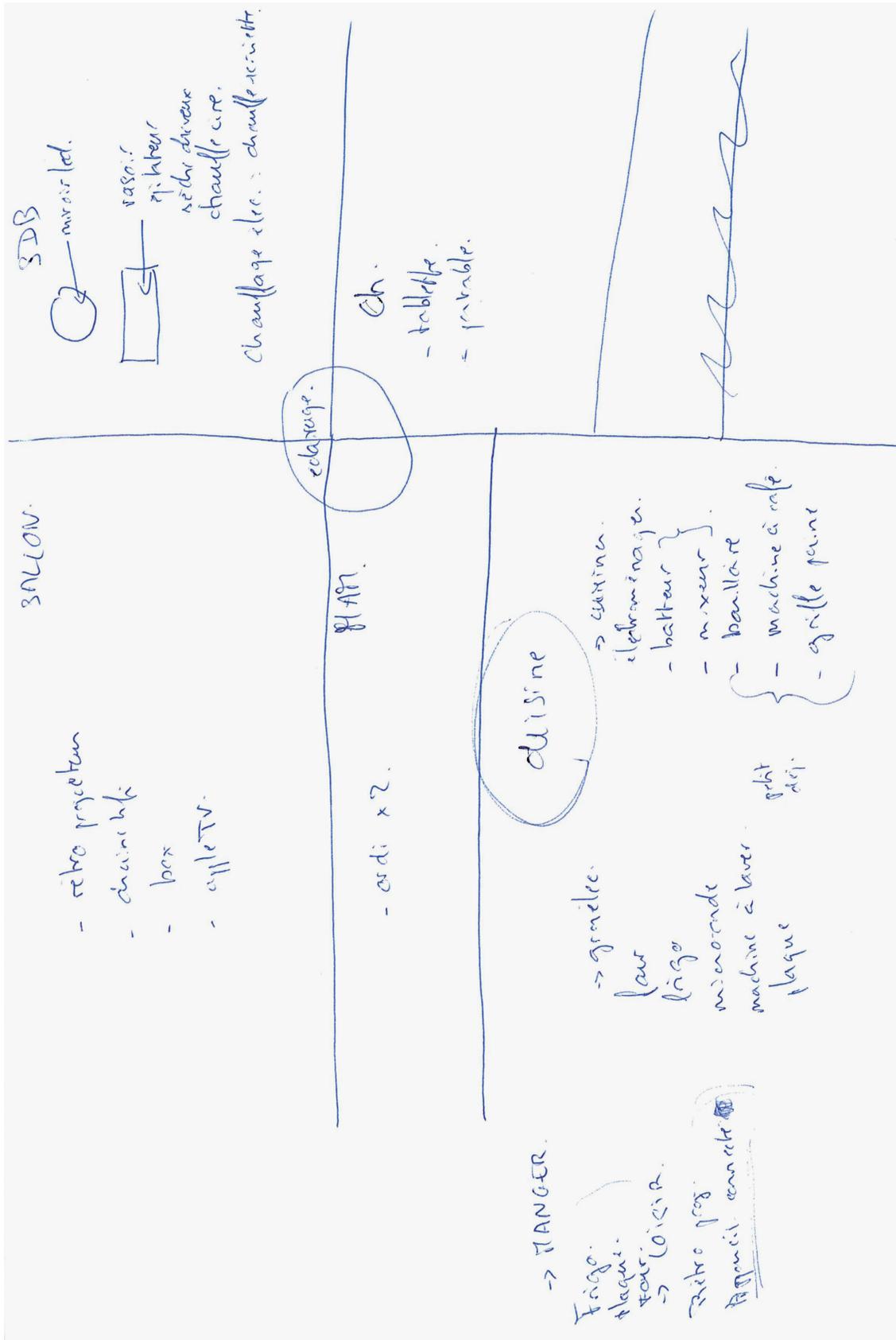
21:49 J'aurai bien aimé avoir cet espèce de compteur qui peut nous dire tel appareil consomme pour avoir vraiment un truc lié a nos usages, que j'ai pas et c'est dommage .... J'aimerais bien faire des économies d'énergie que ce soit pour ma poche ou aussi pour la planète. savoir que ça ça consomme trop alors arrête de l'utiliser autant ol laisse pas ça allumé, fais pas ci ... On ne peut pas voir la part de consommation.... Sur les factures, j'ai jamais compris, ils nous mettent les taxes, les machins, je sais pas si on regarde vraiment une facture, j'ai pas compris les taxes que je payais. Je sais que ce que je paye correspond à quelque chose mais .... je comprend vraiment pas par rapport à ce que l'on m'avait dit au début de l'année. On va vous faire un prévisionnel et à la fin il y a toujours des truc en plus et tu sais jamais si c'est normal ou si on te rajoute des choses. je comprend pas.

24:19 mais j'ai besoin de plus. J'aimerais bien , je ne sais pas si on peut mettre des petits compteurs sur nos appareils. Ils devraient faire un système comme ça avec une petite lampe , le rouge c'est pas bien, le vert c'est bien et en permanence ça fluctue quand ça sur-consomme. peut être j'installerai ça chez moi mais pas un système de lampe, ça ferait de la lumière partout, il truc qui me permettrait de savoir quand je consomme trop mais rapport à un truc de base. [...]



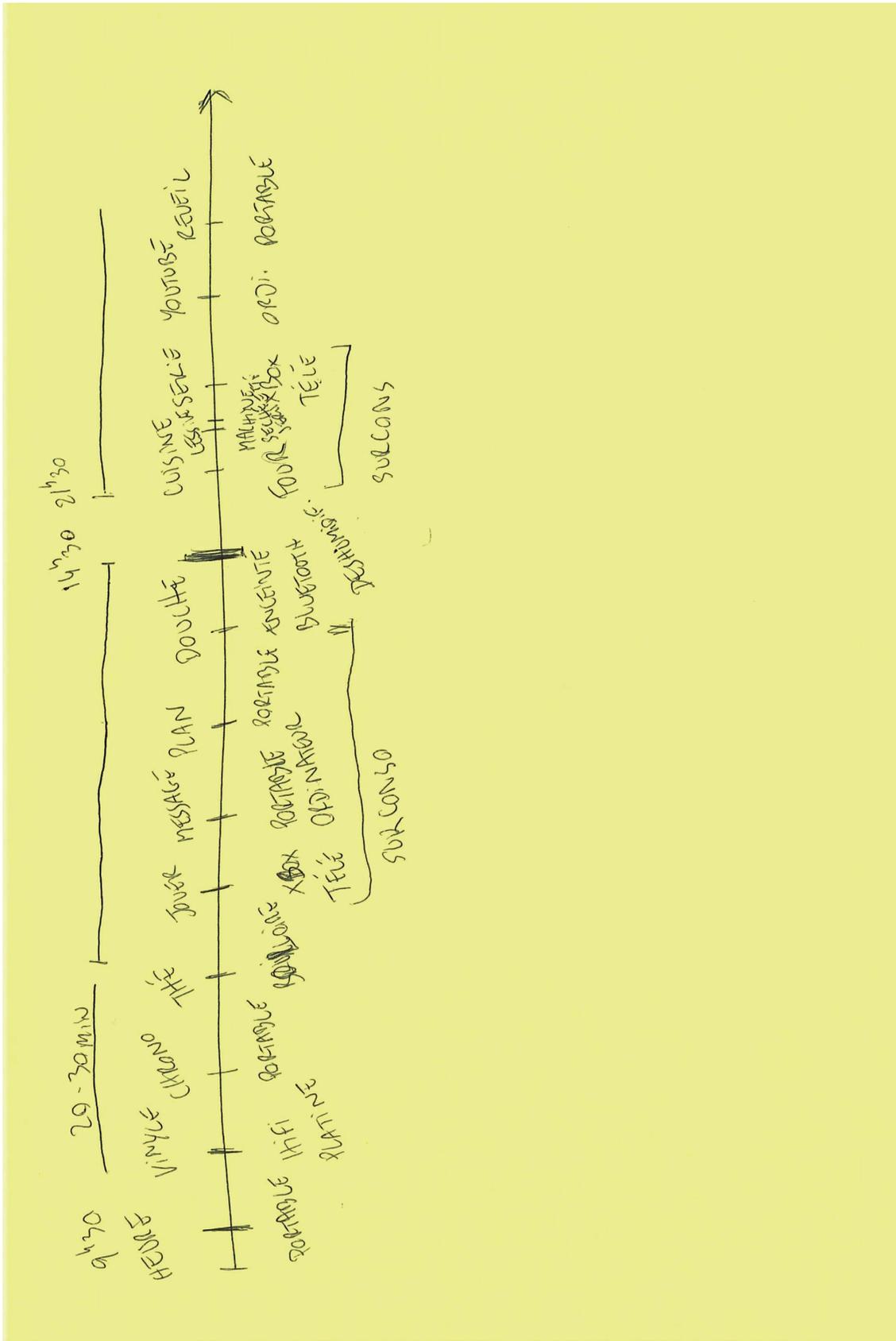


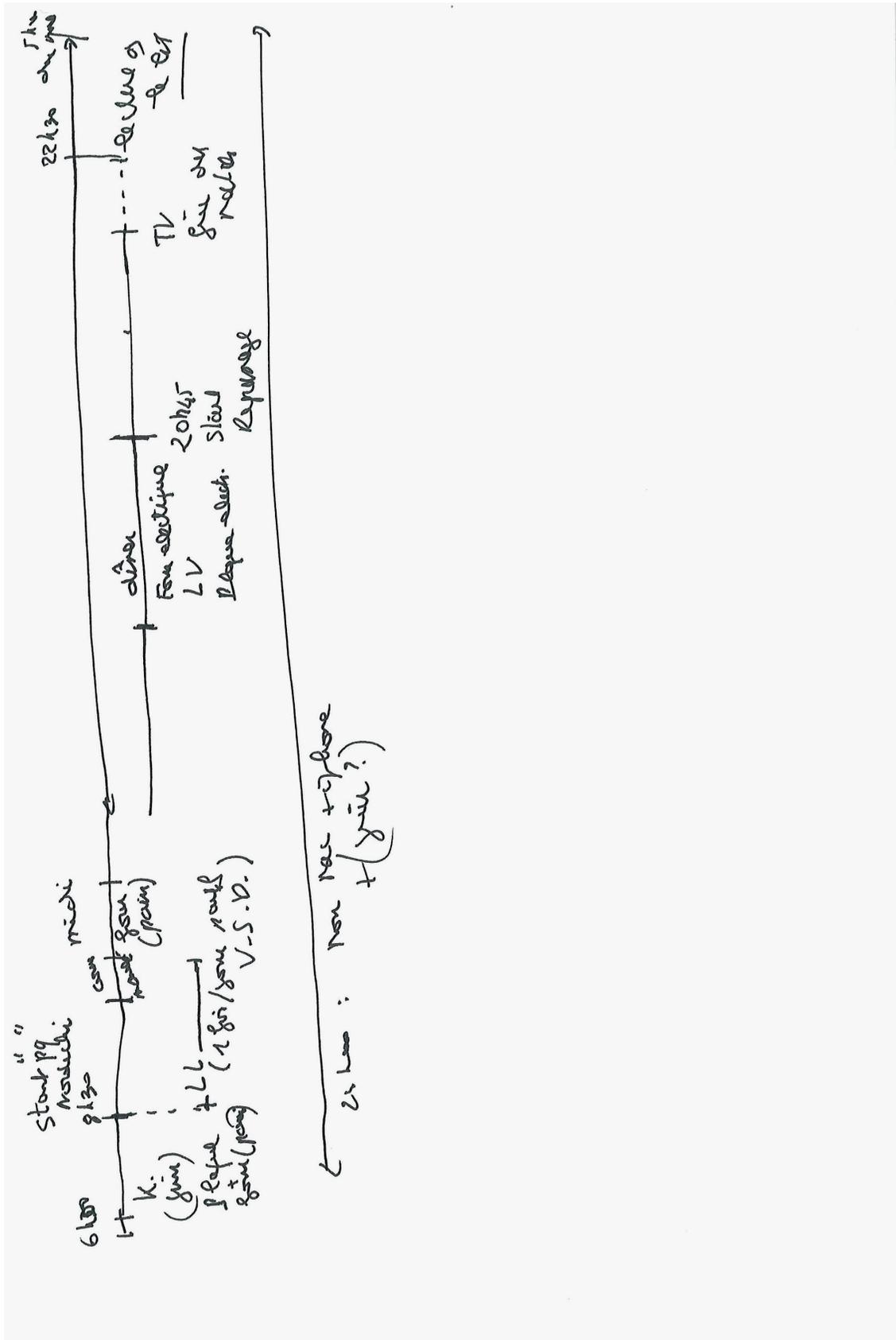


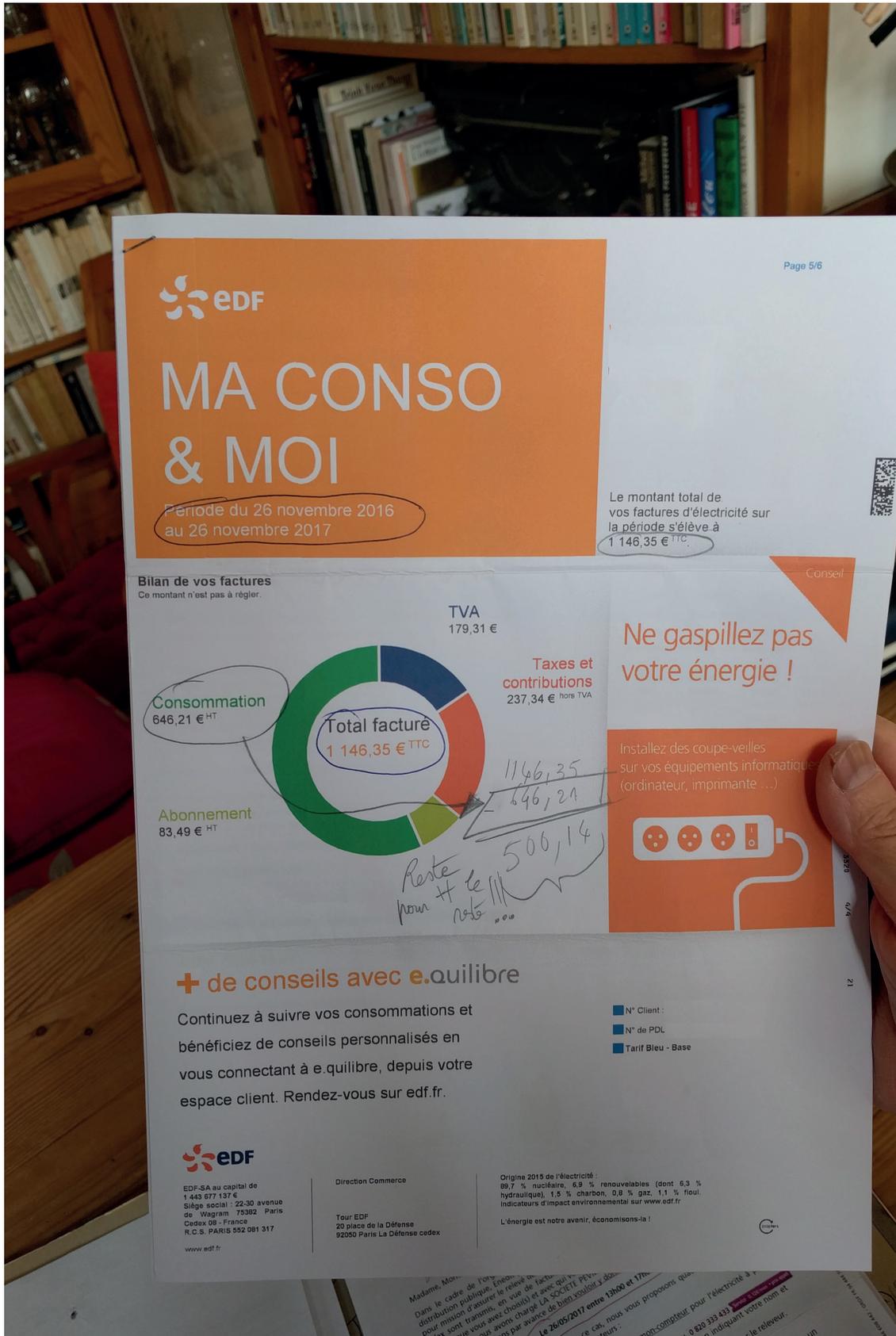






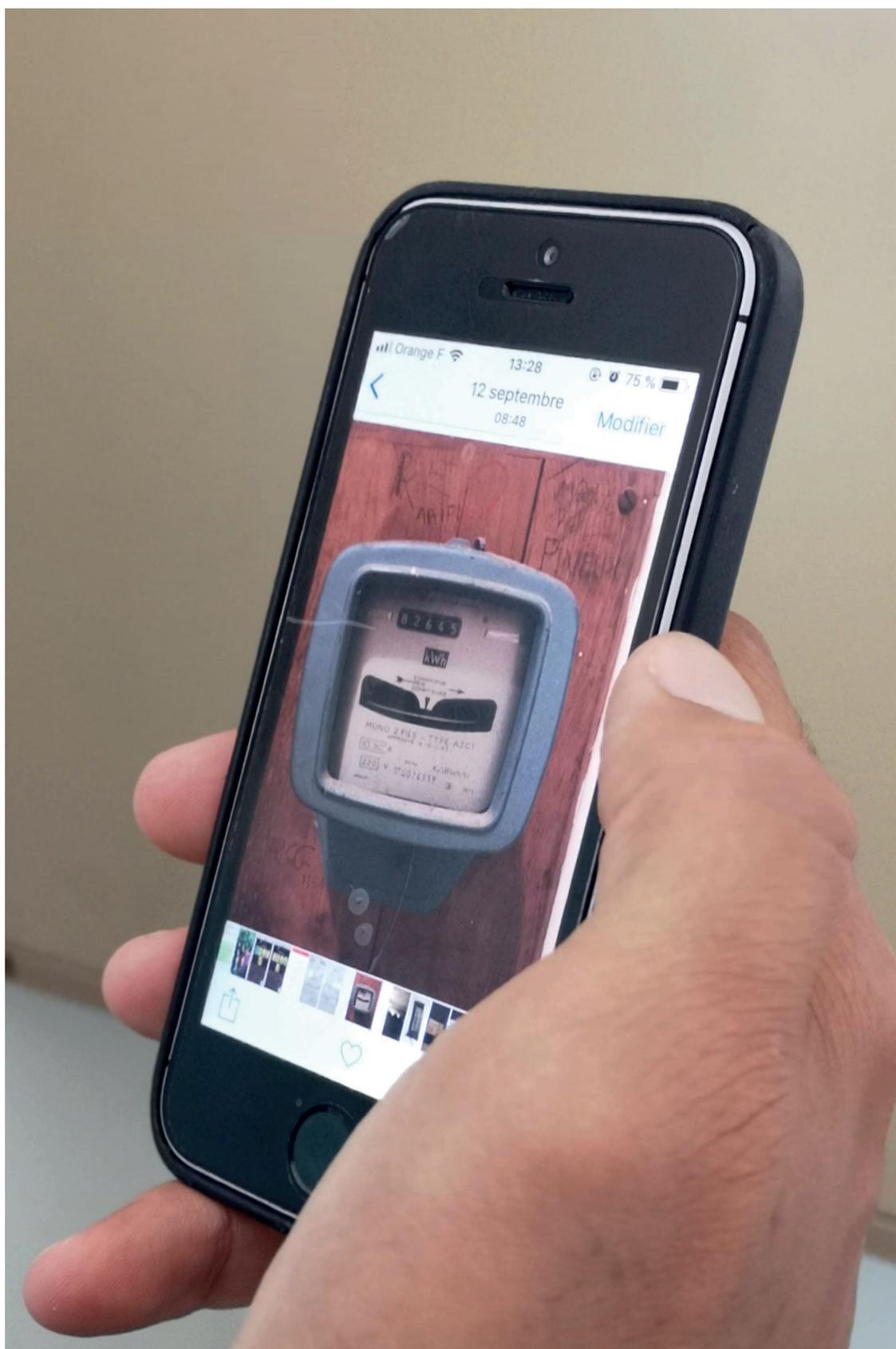






J	03	Se Geneviève	
V	04	004-361 S. Odilon	
S	05	005-360 S. Édouard	
D	06	006-359 Épiphanie •	
L	07	007-358 S. Raymond	
M	08	008-357 S. Lucien	
M	09	009-356 Se Alix	02
J	10	010-355 S. Guillaume	
V	11	011-354 S. Paulin	EJP 4
S	12	012-353 Se Tatiana	
D	13	013-352 Se Yvette	
L	14	014-351 Se Nina	Influenz.
M	15	015-350 S. Remi	Ramonage de R. Pucschok
M	16	016-349 S. Marcel	03
J	17	017-348 Se Roseline	
V	18	018-347 Se Prisca	
S	19	019-346 S. Marius	
D	20	020-345 S. Sébastien	
L	21	021-344 Se Agnès	EJP 5
M	22	022-343 S. Vincent	EJP 6
M	23	023-342 S. Barnard	EJP 7
J	24	024-341 S. Fr. de Sales	EJP 8
V	25	025-340 S. Ananie	EJP 9
S	26	026-339 Se Paule	
D	27	027-338 Se Angèle	
L	28	028-337 S. Th. d'Aquin	Sérum
M	29	029-336 S. Gildas	EJP 10





## **Annexe - 03 -**

### **Atelier de création :**

- Fiche maison vierge ;
- Exemple de fiche maison complétée ;
- Livret de simulation de consommation du persona ;
- Carnet de recherche réalisé par un élève durant l'atelier.

**DONNÉES ENTRANTES**

Maison de 150 m2  
 construite en 1963  
 à Quiévy dans la région hauts de France  
 Village de campagne  
 Un couple (45 ans et 48 ans )  
 3 enfants.  
 Propriétaire de cette maison depuis 15 ans.

Pour l'instant, le panorama est vague :  
 le caractère de l'environnement, d'une localité et un  
 faible aperçu des habitants.

Comment imaginez vous ce contexte d'un point de vue  
 sensible. A quoi ressemble ce logement? comment est  
 il aménagé? Comment se nomment les habitants?  
 Que font ils dans la vie? Quel sont leurs goûts? leurs  
 passions, ....

**1. QUI SONT LES  
 UTILISATEURS?**



**3. FLUX D'INFORMATION**

Du tic-tac de l'horloge jusqu'à  
 l'écran LCD du micro-ondes, l'ha-  
 bitant reçoit de multiples d'informa-  
 tions très différents.  
 A vous de faire la collecte et de  
 les identifier sur le plan.



**4. SITUATIONS D'USAGE**

C'est une journée normale, ponc-  
 tuée de moments de vie. Imagi-  
 nez, au cours de cette journée,  
 quels seraient les moments et les  
 lieux les plus propices à la lecture  
 d'une information énergétique.

**2. LES ÉQUIPEMENTS**

- chauffage :** radiateur à accumulation - convecteur - panneau rayonnant - plancher chauffant - autre :
- eau chaude :** douche - baignoire - autre :
- cuisson :** plaque fonte - plaque vitro - plaque induction - four - mini four - micro ondes - autre :
- froid :** réfrigérateur - congélateur - autre :
- électroménager :** lave vaisselle - lave linge - sèche linge - autre :
- petit-électroménager :** à lister :
- médias :** télévision - console de jeu - dvd - hifi - ordinateur - autre :
- éclairage :** classique - fluocompacte - autre :

**Données Entrantes**

Maison de 85 m2  
 construite en 1983  
 à Vaulx en velin dans la région Auvergne  
 Rhones Alpes  
 métropole Lyonnaise  
 locataire depuis 6 mois

allure ⇒ ils habitent en solitaire

Pour l'instant, le panorama est vague :  
 - type de logement, d'une localité et un  
 faible aperçu des habitants.

Comment imaginer vous ce contexte d'un point de vue  
 sensible. A qui ressemble ce logement? comment est  
 il aménagé? comment se nomment les habitants?  
 - ils dans la vie? quel sont leurs goûts? leurs  
 passions, ...

*Etienne, male / science*

*Just has one favorite blazer*

*Yellow socks*

*his wife left him*

- obsessive
- reads a lot
- every day the same
- he likes warm things

### 1. QUI SONT LES UTILISATEURS?

→ He lives in an old flat.  
 he is not looking for stairs

→ It's too big for him  
 he likes cooking

*tears*

### 3. FLUX D'INFORMATION

Du tic-tac de l'horloge jusqu'à l'écran LCD du micro-ondes, l'habitat regorge de flux d'information. A vous de faire la collecte et de les identifier sur le plan.

### 4. SITUATIONS D'USAGE

C'est une journée normale, ponctuée de moments de vie. Imaginez, au cours de cette journée, quels seraient les moments et les lieux où se produiraient des situations d'une information énergétique.

### 2. LES ÉQUIPEMENTS

- chauffage : radiateur (accumulation) - convecteur - panneau rayonnant - plancher chauffant - autre :
- eau chaude : douche - baignoire - autre :
- cuisson : plaque vitro - plaque induction - four - mini four - micro ondes - autre :
- froid : réfrigérateur - congélateur - autre :
- électroménager : lave vaisselle - lave linge - sèche linge - autre :
- petit-électroménager : à mixer :
- médias : télévision - console de jeu - dvd - hifi - ordinateur - autre :
- éclairage : classique - fluocompacte - autre :

*11 radio*

*12 Frasker*

*13 Rucio B-Books*

*14 autotomatie cuisine*

*15 mécanique shaper*

*16 Mergon de Alder*

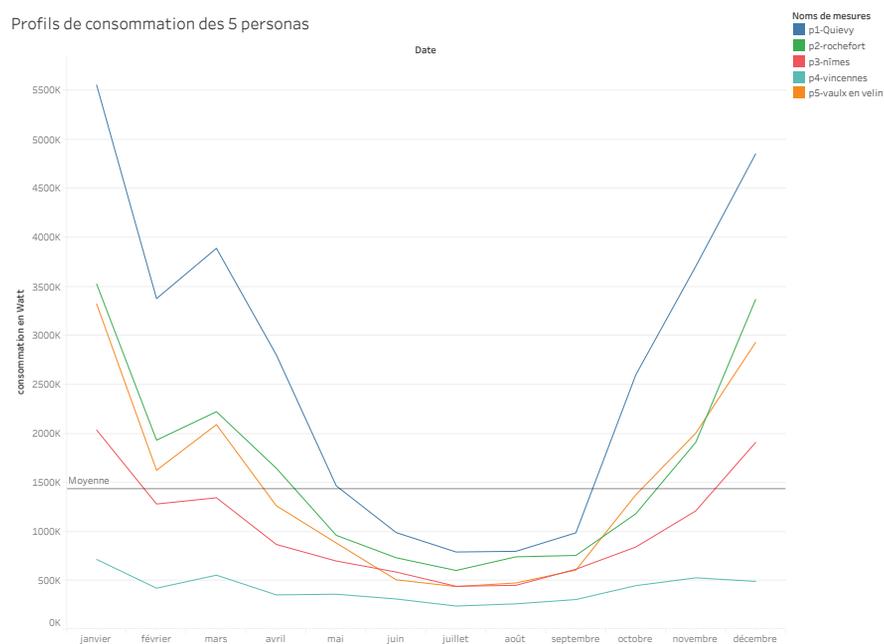
Atelier Les Intercités Informationnels - 01 décembre 2017

15/12/17

**Simulation de consommation\*. (outil diagSérie)**

Sur la base des personas  
( INSEE + travail élèves de l'ENSCI)

- visualisations temporelles
- répartition par pôles
- répartition sur une journée moyenne.



\* simulations calculées avec le logiciel DiagSérie (EDF r&d)











**Titre :** *Domestiquer l'information énergétique.* Confronter les choix de conception de dispositifs de feedback et les pratiques des usagers pour proposer une démarche de design.

**Mots clés :** Design, Information, Énergie, Usagers non-experts, Espace domestique.

**Résumé :** Avec pour objectif d'engager les usagers à consommer moins d'électricité, des dispositifs de feedback ont été produits ces 20 dernières années. Cependant, de nombreuses études pointent leurs limites dans le contexte domestique.

Dans cette thèse, nous soutenons que la prise en considération des pratiques réelles des usagers, pourrait permettre de générer de nouvelles pistes d'appareils de feedbacks énergétiques.

Nous réalisons un Design Space pour décrire le point de vue des concepteurs. Nous analysons leurs choix, tels que les données utilisées, les manières de les représenter, de les diffuser, ainsi que les tâches attribuées aux usagers.

En contrepoint, nous menons une étude empirique auprès de 10 participants.

Grâce aux entretiens et aux observations effectués in situ, nous décrivons et analysons la manière dont ces derniers perçoivent l'électricité, estiment leurs consommations et adoptent des stratégies d'accès aux informations énergétiques.

La seconde partie de cette thèse relate l'exploration d'une des perspectives menées avec le DesignLab d'EDF. À la croisée des enjeux industriels et académiques, la définition d'un concept de dispositif appelé « *Interstices informationnels* » est proposée.

Pour explorer ce concept, nous concevons un atelier de création où 15 propositions sont générées par un groupe d'étudiants en design. Les « *Interstices Informationnels* » seront repris avec les designers du DesignLab d'EDF. Quatre démonstrateurs sont créés et brevetés.

**Title :** *Domesticating the energy information.* Comparing the feedback device design choices and user practices to develop a new design approach.

**Keywords :** Design, Information, Energy, Non-expert users, Domestic space.

**Abstract :** Feedback systems have been produced over the past 20 years with the goal of engaging users to consume less electricity. However, many studies point out their limitations in the domestic context.

In this thesis, we argue that taking into account the actual practices of users could generate new leads on energy feedback devices.

We create a Design Space to describe the designers' point of view. We analyze their choices, such as the data used, the ways to represent and disseminate it, as well as the tasks assigned to the users.

As a counterpoint, we conduct an empirical study with 10 participants. Through interviews and in situ observations, we describe and analyse how they perceive electricity, estimate

their consumption and adopt strategies for accessing energy information.

Important differences between these two points of view are identified. We use these findings to propose perspectives for future designs.

The second part of this thesis explores one of these perspectives. At the crossroads of industrial and academic challenges, the definition of a device, called "Interstices Informationnels", is proposed.

To explore this concept, we design a creative workshop where 15 proposals are generated by a group of design students. The "Interstices Informationnels" will be reworked with the designers of the EDF Design Lab. Four demonstrators are created and patented.