

économie ✱ appliquée

aménagement  
développement  
énergie  
évaluation

Master 2  
Economie de l'énergie  
et des ressources naturelles

Mémoire professionnel  
Année Universitaire 2016-2017

# La dimension socio-comportementale des projets Smart Grids

Présenté par : TOSELLI Vincent

Responsable universitaire : M. RYCHEN Frédéric  
Responsable professionnel : M. RYCHEN Frédéric

# La dimension socio-comportementale des projets Smart Grids

Mémoire professionnel

Année universitaire 2016-2017

Août, 2017

Vincent TOSELLI, [vincenttoselli@gmail.com](mailto:vincenttoselli@gmail.com)

Master 2 Économie appliquée

Spécialité Économie de l'énergie et des ressources naturelles

Faculté d'économie et de gestion

14, Avenue Jules Ferry, 13621 Aix-en-Provence Cedex

<http://feg.univ-amu.fr/formation/masters/economie-appliquee>

## Avertissement

Les propos tenus dans ce mémoire professionnel de fin d'études n'engagent que l'auteur.





## Résumé

L'évolution des modes de production et de consommation de l'énergie, couplée au développement des nouvelles technologies de l'informatique et des communications, redéfinissent le fonctionnement de nos systèmes énergétiques.

Dans cette nouvelle conception de réseaux dits « intelligents » (ou Smart Grids), le rôle du consommateur se retrouve totalement remis en question. D'un statut passif, il devra reconsidérer son rapport à l'énergie et deviendra un acteur à part entière de ce nouvel écosystème. Cependant, rien ne garantit cette remise en cause, et l'adoption de ces nouvelles pratiques n'est pas systématique. L'objectif de cette étude sera alors de s'intéresser aux modalités d'implication des consommateurs et aux moyens de les activer.

Une compréhension globale du vaste domaine que représentent les Smart Grids et de leur développement en Europe sera tout d'abord nécessaire pour cerner les enjeux de cette implication. Il s'agira de définir les défis auxquels répondent ces nouveaux réseaux, de quelles manières y parviennent-ils et quel rôle devra y jouer le consommateur. Une fois cette première étape traitée, la présente analyse fournira des clés de compréhension des phénomènes socio-économiques et psychologiques qui influencent les choix et les actions des individus.

Cette compréhension sera enrichie de l'analyse des meilleures pratiques mises en avant dans la littérature et au sein des démonstrateurs Smart Grids Européens, afin d'établir un cadre méthodologique pouvant servir à interroger la prise en compte des modalités d'implication des consommateurs au sein d'un projet. Ce cadre fournira un ensemble de points d'attention, de critères, mais aussi de recommandations, susceptibles de favoriser cette implication.

Enfin, deux études de cas viendront étayer la réflexion et mettre en avant comment cette intégration est réalisée sur le terrain.

## Remerciements

Avant de commencer ce mémoire, je tiens à faire part de ma gratitude à toutes les personnes qui ont contribué à son élaboration.

Tout d'abord, j'adresse ces remerciements à mon professeur, directeur de mémoire et responsable professionnel, Mr Frédéric RYCHEN, pour les conseils, le temps et l'aide essentielle qu'il m'a apporté tout au long du stage et de la rédaction de ce document. Son expérience et son expertise furent pour moi des plus enrichissantes.

Je souhaiterais également remercier les membres du groupe SHS (Science Humaines et Sociales) du projet Flexgrid, pour leurs recommandations et leurs soutiens lors des recherches menées. Mais aussi, les membres des comités de pilotage du projet, dont les interventions m'ont aidé à mieux comprendre les enjeux territoriaux du développement d'un tel programme.

Mes remerciements vont également à l'ensemble de l'équipe pédagogique du Master Economie Appliquée (FEG) pour m'avoir transmis les connaissances et les outils nécessaires à la réussite de mes études.

Merci aussi aux professionnels rencontrés lors de la Smart énergie Expo (Paris 2017) et du salon Innovativ'city (Nice 2017) d'avoir accepté de répondre à mes questions et de me faire partager leurs expériences.

Mais également, mon collègue de travail, Guillaume Ostrowski, pour sa contribution morale et intellectuelle, tout au long du stage que nous avons réalisé ensemble.

Enfin, je n'oublie pas non plus à mes amis, mes proches, et ma compagne, pour leur soutien tout au long de ce travail et leurs avis critiques lors de la relecture de mon mémoire.

# Table des matières

<b>INTRODUCTION.....</b>	<b>10</b>
<b>1. LA DIFFUSION DES TECHNOLOGIES SMART GRIDS ET LE ROLE OCCUPE PAR LE CONSOMMATEUR.....</b>	<b>12</b>
<b>1.1. Le concept des Smart Grids et sa diffusion en Europe .....</b>	<b>12</b>
1.1.1. Définition du concept de Smart Grid et remise en cause du fonctionnement du réseau électrique 12	
1.1.1.1. Le fonctionnement du réseau électrique traditionnel .....	13
1.1.1.2. Définition et fonctionnement d'un réseau électrique intelligent .....	14
1.1.2. Le contexte et les enjeux dans lesquels s'insère le développement des Smart Grids.....	16
1.1.2.1. La hausse de la demande et l'émergence de nouveaux besoins électriques .....	16
1.1.2.2. Les enjeux environnementaux et politiques .....	18
1.1.2.3. Les enjeux du lissage des courbes de consommation de l'électricité.....	19
1.1.2.4. L'enjeu de l'intégration des énergies renouvelables et des moyens de productions décentralisés au réseau .....	21
1.1.3. Les technologies sur lesquelles s'appuie le développement des Smart Grids .....	23
1.1.3.1. Les technologies de l'information et de la communication .....	23
1.1.3.2. Les compteurs intelligents .....	26
1.1.3.3. Les nouveaux modes de stockage et le « vehicle to grid ».....	27
1.1.4. Etat du développement des Smart Grids en Europe et en France.....	29
1.1.4.1. Les grandes tendances du développement des Smart Grids en Europe .....	29
1.1.4.2. Structuration des actions et des grandes initiatives Smart Grids en France .....	32
<b>1.2. L'implication des consommateurs, un enjeu capital pour la réussite des projets Smart Grids .....</b>	<b>34</b>
1.2.1. Les enjeux de la flexibilité de la demande.....	34
1.2.1.1. L'importance des consommateurs au sein de la révolution Smart Grid .....	34
1.2.1.2. Le concept du « Consomm'acteur » .....	36
1.2.1.3. Un problème d'adoption plutôt qu'un problème d'acceptation .....	37
1.2.1.4. Le processus d'adoption et le passage d'un consommateur passif à un « consomm'acteur » .....	39
1.2.2. Les explications sociaux-économiques qui motivent le processus d'adoption .....	40
1.2.2.1. L'Influence de la facilité et de l'utilité perçue : Le modèle d'acceptation de la technologie (Davis et Al. 1996).....	40
1.2.2.2. L'application au domaine des Smartgrids : Le modèle RITAM de Park et al. ....	41
1.2.2.3. Deux apports de la littérature permettant d'enrichir le modèle RITAM: Le caractère excluant de la technologie et la confiance perçue .....	45
1.2.3. Les explications psychologiques qui motivent le processus d'adoption.....	46
1.2.3.1. La théorie du choix rationnel et ses limites .....	47
1.2.3.2. Les théories de l'action raisonnée et de l'action planifiée.....	48
1.2.3.3. Les théories de la conduite morale et normative .....	50
1.2.3.4. La prise en compte de la notion d'habitude.....	52
1.2.3.5. L'impact de la communauté et de la société sur l'individu .....	53
<b>2. L'ACTIVATION DES MODALITES D'IMPLICATION DES CONSOMMATEURS AU SEIN DES PROJETS SMART GRIDS.....</b>	<b>56</b>
<b>2.1. La nécessité de caractériser et de connaître sa population cible .....</b>	<b>56</b>
2.1.1. Les facteurs de motivation des consommateurs.....	56

2.1.2.	La segmentation de la population .....	58
<b>2.2.</b>	<b>Les stratégies de changement de comportement basées sur l'individu .....</b>	<b>61</b>
2.2.1.	Les incitations économiques et les modes de tarifications .....	61
2.2.2.	Le cas particulier des systèmes de collecte de points ou de monnaies virtuelles.....	63
2.2.3.	Le feedback aux utilisateurs.....	64
2.2.4.	Les nudges.....	66
2.2.5.	Maitriser sa communication .....	68
<b>2.3.</b>	<b>Donner à son projet une dimension communautaire .....</b>	<b>70</b>
2.3.1.	La mobilisation d'acteurs locaux.....	70
2.3.2.	Mettre en place des stratégies d'engagement communautaire.....	72
2.3.3.	Les médias sociaux et le marketing 2.0.....	75
<b>2.4.</b>	<b>Le projet CITYOPT, l'exemple d'une implantation réussie sur le territoire de la métropole Nice Côte d'Azur .....</b>	<b>78</b>
2.4.1.	Présentation du projet pilote du site de Nice .....	79
2.4.2.	La phase de conception et de développement du projet.....	81
2.4.3.	La phase de recrutement des participants au projet .....	81
2.4.4.	La phase de déploiement.....	82
2.4.5.	Premiers résultats et prises de recul sur l'expérimentation .....	83
2.4.6.	L'engagement des participants et l'application développée.....	85
2.4.7.	Conclusion sur les modalités d'implication des consommateurs et de leur activation au sein du projet CITYOPT.....	86
<b>2.5.</b>	<b>Le projet ECOGRID, un déploiement à grande échelle sur un territoire insulaire. ....</b>	<b>90</b>
2.5.1.	La phase de conception et de développement du projet.....	92
2.5.2.	La phase de recrutement des participants au projet .....	93
2.5.3.	La phase de déploiement.....	95
2.5.4.	Résultats et prises de recul sur l'expérimentation .....	96
2.5.5.	La gestion des participants au sein du projet.....	98
2.5.6.	Conclusion sur les modalités d'implication des consommateurs et de leur activation au sein du projet EcoGrid.....	100
<b>CONCLUSION .....</b>	<b>104</b>	
<b>BIBLIOGRAPHIE.....</b>	<b>107</b>	
<b>ANNEXE 1 : BASE DE DONNEES D'ARTICLES SCIENTIFIQUES.....</b>	<b>116</b>	
<b>ANNEXE 2 : BASE DE DONNEES JRC RETRAITEE .....</b>	<b>118</b>	
<b>ANNEXE 3 : ORIGINE DES MOYENS D'APPROVISIONNEMENT DE L'ELECTRICITE CONSOMMEE EN FRANCE POUR DEUX EXEMPLES TYPES (RTE ECO2MIX) .....</b>	<b>120</b>	
<b>ANNEXE 4 : EVOLUTION DE LA PRODUCTION D'ELECTRICITE D'ORIGINE EOLIENNE ET PHOTOVOLTAÏQUE SUR LA PERIODE DU 17/01/2017 AU 23/01/2017 (RTE ECO2MIX) .....</b>	<b>121</b>	



<b>ANNEXE 5 : LE PROCESSUS DE COLLECTE DE DONNEES DU JRC (TRADUIT DE L'OUTLOOK JRC 2017) .....</b>	<b>122</b>
<b>ANNEXE 6 : DONNEES GLOBALES SUR LE DEVELOPPEMENT DES SMART GRIDS EN EUROPE (ISSUES ET TRADUITES DE JRC OUTLOOK 2017) .....</b>	<b>123</b>
<b>ANNEXE 7 : REPARTITION DES INVESTISSEMENTS DANS LE DOMAINE DES SMART GRIDS EN EUROPE (JRC OUTLOOK 2017).....</b>	<b>124</b>
<b>ANNEXE 8 : LES DIFFERENTS DOMAINES D'INTERETS DES SMART GRIDS (TRADUIT DE JRC OUTLOOK 2017).....</b>	<b>125</b>
<b>ANNEXE 9 : REPARTITION DES INVESTISSEMENTS PAR DOMAINE D'INTERETS DES SMART GRIDS ET PAR PAYS .....</b>	<b>127</b>
<b>ANNEXE 10 : L'APPLICATION CITYOPT.....</b>	<b>128</b>

## Introduction

A l'heure où les ressources naturelles se raréfient et où une prise de conscience écologique mondiale s'éveille, l'Europe serait aux portes d'une troisième grande révolution industrielle. C'est ce qu'affirme Jeremy Rifkin, dans son ouvrage « La troisième révolution industrielle : Comment le pouvoir latéral va transformer l'énergie, l'économie et le monde ». L'économiste et essayiste américain, conseiller de nombreux chefs d'Etats, soutient que nos modèles de croissances basés sur des énergies fossiles abondantes, sont à bout de souffle, aussi bien sur le plan économique, social et environnemental. Les impacts du changement climatique, les prévisions alarmantes des experts environnementaux, les problèmes de sécurité d'approvisionnement énergétique, et les préoccupations liées aux risques nucléaires depuis l'accident de Fukushima, ont accéléré la nécessité de s'engager vers des systèmes énergétiques plus durables. L'évolution vers cette nouvelle conception reposera alors sur la base de 5 piliers : le développement des énergies renouvelables, le passage à des bâtiments moins énergivores et producteurs de leur propre électricité, le développement des technologies de stockage de l'énergie, la refonte du parc automobile vers des modes de transports hybrides, et enfin le développement des technologies liées à internet dans la gestion de réseaux électriques. Approuvée par le parlement européen en 2007 (Déclaration du 12/02/2007), cette conception de l'avenir s'affirme au travers des engagements politiques et environnementaux de l'Europe et de ses programmes de développement industriel.

L'infrastructure de nos systèmes énergétiques actuels n'a pas été conçue pour répondre à une intégration croissante de production d'énergie décentralisée. Cependant, l'intégration des nouvelles technologies de l'information et de la communication au sein de celui-ci, constitue le socle primordial du passage à une nouvelle conception du réseau. Le but ? Rendre plus « intelligent » et flexible le réseau électrique. C'est le concept dit des « Smart Grids », censé révolutionner la manière de produire, de fournir mais aussi de consommer l'électricité.

Bien que l'électricité occupe une place centrale dans la société et dans nos vies, nous ne nous en soucions que très peu au quotidien. Toutefois, les Smart Grids reconsidèrent la place du consommateur dans les systèmes électriques. D'un statut « passif », ils visent à le faire passer à un rôle « actif », mais ce passage n'est cependant pas évident. Il implique non seulement un changement dans les habitudes de consommation des individus, mais également dans la manière de concevoir les offres et les services liés au domaine énergétique. De nombreux projets de recherches et de démonstration sur les produits et technologies issues des Smart Grids se développent à travers toute l'Europe. Cependant, le succès des réseaux électriques intelligents dépendra intimement de la capacité à dépasser la conception de projets centrés sur la technologie et son apport, et à envisager celle-ci dans un contexte socio-économique plus large. A partir de là, on peut se demander *quelles sont les modalités d'implication des consommateurs au sein des projets Smart Grids et comment peuvent-elles être activées ?*

Notre analyse s'appuiera sur la réalisation préalable de deux bases de données (Voir Annexe 1 et 2). La première, recensant 170 articles scientifiques relatifs au sujet étudié apporte une compréhension générale indispensable à l'étude. La seconde, retraçant l'inventaire de projets Smart Grids entrepris par le Centre Commun de Recherche Européen (que nous présenterons ultérieurement), permet d'établir un panorama général de la nature des projets sur le territoire, et constitue également une grille de recherche efficace pour cibler les projets présentant un intérêt particulier.

La première partie de ce mémoire fournira un cadre théorique nécessaire à la compréhension des enjeux du sujet. Dans un premier temps, nous présenterons l'émergence du concept et les évolutions qu'il implique pour le réseau électrique. Il sera question d'analyser comment les nouvelles pratiques énergétiques et les nouveaux modes de productions influencent l'équilibre du système. Nous verrons notamment dans quels grands enjeux les Smart Grids s'intègrent, ainsi que l'état du développement de la filière en Europe et en France. Après avoir établi ce cadre, nous analyserons le rôle du consommateur et de la flexibilité de la demande dans la gestion des réseaux électriques. Nous soutiendrons ainsi la nécessité de placer l'utilisateur au cœur du développement des réseaux intelligents et de favoriser les processus d'adoption de nouvelles pratiques énergétiques. Traditionnellement passif, le consommateur d'électricité adoptera un rôle actif, pouvant à son échelle participer à la gestion de l'équilibre du réseau. Pour comprendre les modalités d'implications du consommateur, nous explorerons la littérature en vue de mettre en avant les facteurs socio-économiques et psychologiques nécessaires à notre analyse. Nous ferons entre autre ressortir le rôle de la simplicité d'utilisation et de l'utilité des technologies proposées, mais également l'influence des valeurs, des normes, des croyances, des habitudes et d'un contexte social sur les choix et les actions de chacun.

Dans la seconde partie, nous apporterons un second élément de réponse à la question d'identification des modalités d'implication des consommateurs. Nous essayerons tout d'abord au travers de l'analyse des « bonnes pratiques » identifiées, d'établir un cadre méthodologique pouvant servir à l'évaluation de la prise en compte du consommateur au sein d'un projet. Dans cette méthode, nous serons amenés à traiter de l'importance d'identifier les caractéristiques et les attentes de la population cible. Nous verrons ensuite quelles stratégies basées sur l'individu peuvent être mises en place afin de favoriser son implication. Enfin, nous étudierons les effets d'un contexte social plus large et l'instauration d'une dimension communautaire à son projet. Pour terminer, nous illustrerons notre démonstration par l'étude détaillée de deux projets Smart Grids que sont CityOpt et EcoGrid, au cours desquels nous analyserons en détails, et à l'aide de notre cadre méthodologique, la manière d'impliquer le consommateur tout au long du processus.

## **1. La diffusion des technologies Smart Grids et le rôle occupé par le consommateur**

Dans cette première partie, nous commencerons par nous intéresser au contexte global du développement des Smart Grids. Nous démontrerons que le consommateur joue un rôle majeur dans le développement des technologies et la réussite des projets. Pour cela, nous étudierons le développement de la filière en Europe et mettrons en lumière les grands enjeux auxquels il répond. Nous verrons comment les nouvelles pratiques de consommation et de production d'énergie décentralisée influencent l'équilibre entre l'offre et la demande, et quelle est la réponse apportée par les technologies Smart Grids pour y remédier. Ces données fourniront un cadre contextuel dans lequel évolue le consommateur et permettront d'aborder la nature de son rôle dans la réussite de ces objectifs.

Ce n'est seulement qu'après avoir abordé ce cadre, et expliqué l'importance de son implication qu'il sera possible de nous intéresser aux modalités de celle-ci. La seconde section apportera une partie de cette réponse, en explicitant les facteurs socio-économiques et psychologiques qui influencent les choix et les actes de chacun. Elle se basera sur une revue de la littérature pour tenter d'identifier ou d'adapter des modèles comportementaux aux thématiques et aux enjeux des Smart Grids. Ainsi, nous verrons comment des facteurs comme la norme, les habitudes, les valeurs ou encore les croyances, façonnent les comportements des individus envers les nouvelles technologies des réseaux intelligents.

### **1.1. Le concept des Smart Grids et sa diffusion en Europe**

Le terme de Smart Grid englobe une très large variété de domaines différents. A l'intérieur de celui-ci se croisent les technologies liées aux modes de production de l'électricité, au transport de l'énergie ou au stockage, mais aussi des questions d'écologie, de mobilité électrique, d'objets connectés, de cyber sécurité, de consommation etc... Le tout dans des contextes aussi bien locaux, globaux, industriels, tertiaires, publics ou domestiques. Ainsi, cette section sera consacrée à présenter les grands enjeux et les grands domaines technologiques sur lesquels reposent les Smart Grids. Elle fournira un socle de connaissances nécessaires à la compréhension du sujet, mais aussi de l'état du développement de la filière en Europe et en France.

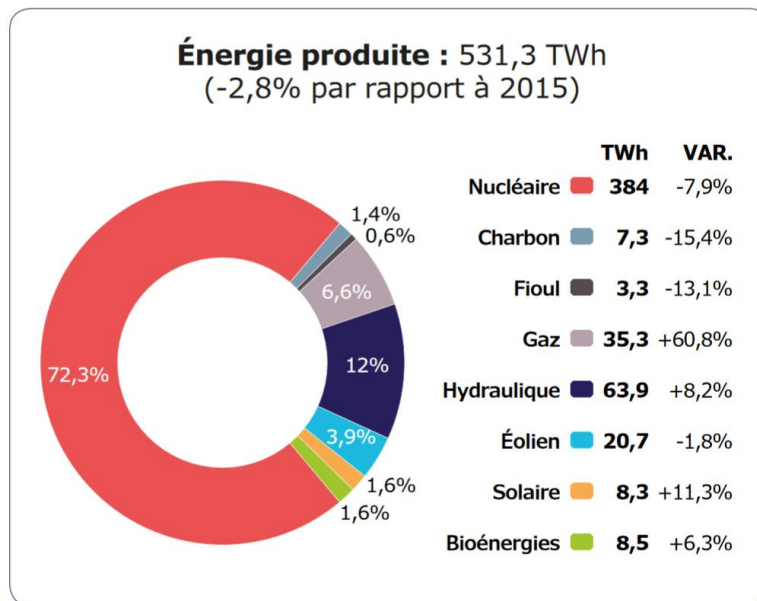
#### **1.1.1. Définition du concept de Smart Grid et remise en cause du fonctionnement du réseau électrique**

Pour commencer, il convient de définir précisément ce que sont les Smart Grids. Pour expliquer en quoi consiste cette révolution, le parallèle entre l'ancienne et la nouvelle conception des réseaux électriques a été fait. Ces explications seront aussi l'occasion de fournir au lecteur des connaissances fondamentales pour la suite de l'analyse sur les caractéristiques de fonctionnement d'un réseau électrique.

### 1.1.1.1. Le fonctionnement du réseau électrique traditionnel

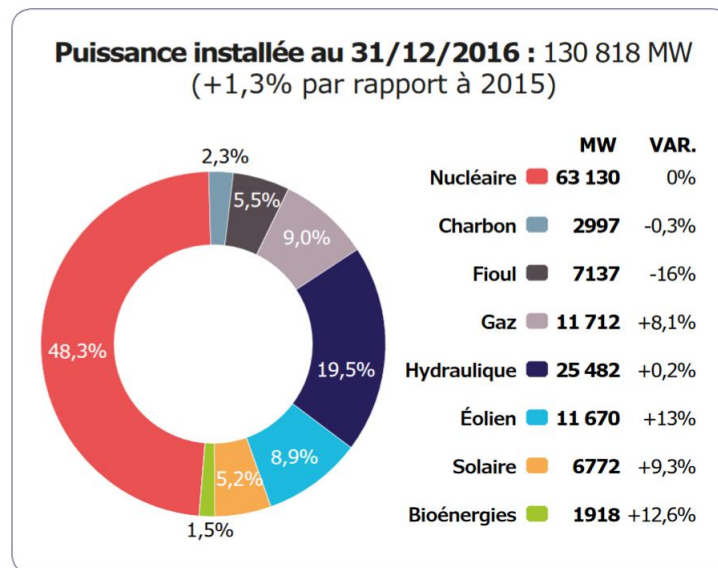
Traditionnellement, le réseau électrique Français est organisé en deux ensembles : le réseau de transport de l'électricité et le réseau de distribution. Le réseau de transport, géré par RTE (Réseau Transport et Electricité), achemine l'électricité depuis les moyens de production centralisés (essentiellement nucléaires en France), vers les grandes zones de consommation. Celles-ci comprennent les grandes agglomérations, les grosses entreprises consommatrices d'énergie comme la SNCF, le secteur de la sidérurgie ou encore celui de la métallurgie. L'acheminement est assuré par des lignes à hautes et très hautes tensions, allant de 50.000 à 400.000 volts, permettant de transporter l'électricité sur de très longues distances tout en limitant les pertes dues à l'effet Joule ou aux effets électromagnétiques. La tension est ensuite réduite progressivement grâce à des postes de transformation, pour y être transportée sur le réseau de distribution. Géré par Enedis (anciennement ERDF), ce dernier achemine l'électricité des centres de distribution, jusqu'aux consommateurs finaux (villes, entreprises, commerces, particuliers), via un maillage local de lignes à basse et moyenne tension, allant de 110 à 20.000 volts.

Figure 1 : L'origine de la production d'électricité en France en 2016 et son évolution par rapport à 2015 (RTE Bilan électrique 2016)



Comme le montre le figure 1, l'une des grandes particularités de la production d'électricité en France est le fait qu'elle tire son origine à plus de 75% de l'énergie nucléaire. Même si la part de cette dernière a légèrement baissé cette année (dû à l'arrêt forcé de certains réacteurs pour raisons de sûretés, imposées par l'ASN), elle n'en demeure pas moins la principale source de production de notre mix électrique. Cependant, les énergies renouvelables se développent de plus en plus. Cette année, plus de 19,6% de la production d'électricité était d'origine renouvelable.

Figure 2 : Puissance de production d'électricité installée en France en 2016 et évolution par rapport à 2015 (RTE Bilan électrique 2016)



Cette tendance s'exprime au travers des nouveaux investissements productifs, mis en avant par la figure 2. Cette année, l'énergie solaire, éolienne et les bioénergies ont connu une croissance des capacités installées de respectivement 9,3%, 13% et 12,6%, tandis que le reste du parc stagnait (mis à part le gaz), ou décroissait (pour le fioul).

#### 1.1.1.2. Définition et fonctionnement d'un réseau électrique intelligent

Les investissements et les infrastructures de réseaux électriques sont des moyens et des technologies de très long terme. Cependant, les révolutions technologiques de ces dernières années commencent peu à peu à remettre en cause la conception générale que nous avons de ceux-ci, désormais vétustes. Selon ENEDIS, le réseau de distribution d'électricité doit, afin d'accompagner la transition énergétique, effectuer une profonde mutation vers un système plus dynamique où les échanges entre production et consommation se feront à tous les niveaux (national, régional et local).

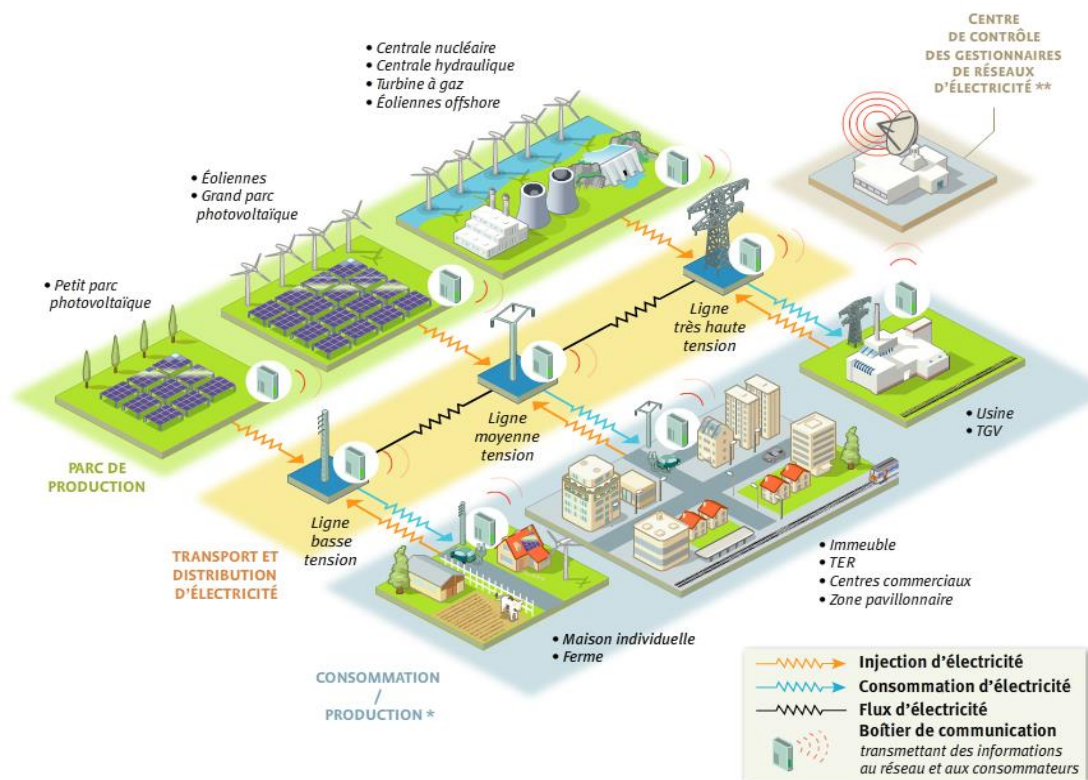
Cette mutation conduit à un changement de paradigme énergétique, s'orientant vers une production décentralisée et gérée localement (Coutard et Rutherford, 2009), et pour se faire, à l'émergence d'un nouveau concept de réseau dit « intelligent », considéré selon Fadaeenejad (2014) comme le futur des systèmes d'alimentation modernes.

De nombreuses définitions sont attribuables aux Smart Grids tant le champ d'application et les domaines technologiques touchés sont vastes. La commission Européenne définit notamment ces derniers comme étant des « réseaux électriques capables d'intégrer efficacement les comportements et les actions de tous les utilisateurs qui y sont raccordés (producteurs, consommateurs, utilisateurs à la fois producteurs et consommateurs), afin de constituer un système rentable et durable, présentant des pertes faibles et un niveau élevé de qualité et de sécurité

d'approvisionnement » (Parlement Européen, « Réseaux intelligents : de l'innovation au déploiement ». Bruxelles, le 12/04/2011). Cette explication ne met cependant pas en avant un point pourtant central et communément repris dans les définitions Smartgrid de nos jours, à savoir le lien avec les nouvelles technologies de l'informatique, de l'information et de la communication. Ainsi, Capenergie (un pôle de compétitivité Français) précise de ces nouveaux réseaux électriques intelligents qu'ils « permettent une gestion dynamique et optimisée des réseaux actuels, de la production au consommateur, grâce à l'apport des nouvelles technologies de l'information et de la communication. Le système électrique devient alors prédictif, communiquant et pilotable ». Il ajoute que l'objectif est de rendre les réseaux électriques flexibles, capables non seulement d'intégrer les comportements et les actions (au sens prédictif et de la qualité de satisfaction des besoins), mais aussi de pouvoir piloter ou d'influencer ceux-ci afin d'assurer une synchronisation production-consommation à moindre coût et de favoriser l'intégration de nouvelles technologies telles que les énergies renouvelables ou les véhicules électriques. (Capenergie, Les Réseaux Electriques Intelligents).

Enfin, le département de l'énergie de l'administration américaine (EIA) précise quant à lui que les Smart Grids permettent également « d'accommoder de nouveaux produits, services et marchés, dans le but d'optimiser l'utilisation et le fonctionnement des infrastructures ». Cette précision a son importance car l'offre Smart Grid est en constante évolution, encore en pleine recherche de nouvelles valeurs et d'usages à proposer. Ce développement induira probablement des changements majeurs faisant évoluer certains métiers, certaines conceptions de produits ou de services existants, mais également le quotidien et de mode de vie de nos sociétés.

**Figure 3 : Le fonctionnement d'un réseau électrique intelligent (CRE)**



Comme illustré dans la figure 3, la principale révolution apportée par les Smart Grids au réseau électrique traditionnel est le passage d'un mode de communication unidirectionnel, à une communication multidirectionnelle. Les nouvelles technologies rendent possible l'intégration de capteurs à l'ensemble des différents niveaux de la chaîne. Qu'ils s'agissent de sites de production, de bâtiments ou encore de foyers, ces ceux-ci peuvent alors envoyer mais aussi de recevoir des informations. Avec leur déploiement, le réseau devient alors multidirectionnel et le maillage local s'adapte afin de permettre un pilotage en temps réel, et l'acheminement de l'énergie dans les deux sens. Chaque « consommateur » peut ainsi devenir « producteur d'énergie », mais aussi fournisseur de moyens ou de solution de flexibilité (moyens de stockage ou d'effacement, que nous développerons ultérieurement).

### **1.1.2. Le contexte et les enjeux dans lesquels s'insère le développement des Smart Grids**

Après avoir défini ce qu'ils étaient, il est maintenant intéressant de regarder dans quels contextes et à quels défis répond le développement des réseaux électriques intelligents. Nous aborderons les nouvelles difficultés à gérer l'équilibre de l'offre et de la demande d'énergie, liées aux évolutions des moyens de production et des modes de vie ; mais aussi le cadre politique et environnemental dans lequel ils interviennent.

#### **1.1.2.1. La hausse de la demande et l'émergence de nouveaux besoins électriques**

Dans son dernier World Outlook (2016), l'International Energy Agency (IEA) prévoit comme scénario central, une augmentation de 30% des besoins énergétiques mondiaux d'ici à 2040. Cette évolution, essentiellement tirée par le développement économique de la Chine et des autres pays en développement, reste cependant modérée en Europe et en France. La tendance sur notre territoire est en effet plutôt à la stagnation depuis quelques années ainsi que dans les prévisions à venir (Bilan prévisionnel 2016 de RTE). Cependant, si la consommation totale n'augmente pas sensiblement sur l'année, on observe en France une hausse de l'intensité des pics de consommation. Plusieurs raisons à cela peuvent être mises en avant. En premier lieu, des raisons sociales et démographiques, tels que la hausse du nombre de familles monoparentales, la croissance démographique ou encore le vieillissement de la population. Selon l'INSEE, le nombre de foyers consommateur d'électricité aurait ainsi augmenté de 13% sur la période 1999 à 2009. On pourrait légitimement s'attendre à ce que ces évolutions de la société augmentent plutôt la quantité globale d'électricité consommée, ce qui est généralement le cas, mais le développement ces dernières années de technologies moins énergivores vient contrebalancer cette tendance. Cependant, et l'on en vient au second point, l'évolution des modes de vies et les nouveaux usages électriques vont amener le réseau à se confronter à de nouveaux défis. L'essor du « big data », la généralisation des appareils électroménagers, des objets électroniques et multimédias sont autant d'exemples



de consommation qui viennent s'accumuler généralement aux mêmes tranches horaires.

Lors d'un entretien le 16/04/2014, Gilles Rougon, responsable design transverse chez EDF confiait à Anthony Ferretti (2014) :

---

*« Lors de la coupe du monde de football de 1998, EDF et ERDF anticipent qu'un très grand nombre d'individus regarderait la télévision. Cependant, au moment de la mi-temps, nous avons échappé de justesse à un black-out. Il était en effet difficile d'anticiper exactement le nombre de personnes qui suivraient le match. Or certains ont éclairé le couloir puis les toilettes, d'autres ont pris quelque chose dans le réfrigérateur qui s'est allumé, sans compter ceux qui ont mis en route le micro-onde... Chacun de ces usages représente une faible consommation. Mais ils ont eu lieux simultanément, synonyme d'un énorme pic de consommation sur un temps très court. »*

---

L'intensité des pics de consommation résulte donc de l'accumulation de diverses pratiques consommatrices d'énergies, réalisées au même moment. Et plus il y a de foyers consommateurs, plus l'impact est important. En la matière, la France possède une spécificité par rapport à ses voisins Européens. Il s'agit de la part importante des chauffages électriques représentant 35% du parc de son territoire. L'inconvénient est que celle-ci est étroitement liée à une plus grande thermo-sensibilité de la consommation et de l'intensité des pics électriques aux périodes hivernales. Ainsi, une petite variation à la baisse de température extérieure entraîne des répercussions très importantes sur la consommation globale. Enfin, plus important encore, il convient de mentionner le développement de la voiture électrique. En effet, cette dernière nécessite une capacité de charge individuellement très importante. Le problème est que cette nouvelle demande risque de se concentrer sur une plage horaire réduite et commune pour de nombreux usagers, à savoir quand ils rentrent du travail. Hors, les tensions les plus importantes sur le réseau ont déjà lieux à l'heure actuelle pendant la tranche horaire de 18 heure à 20 heure. L'agrégation du rechargement de la flotte de véhicules électriques pendant cette période induira un accroissement hautement problématique de la demande d'électricité.

Les Smart Grids ont un rôle important à jouer dans ces nouveaux défis, car ils sont sensés apporter une plus grande flexibilité et efficacité énergétique. A ce titre, l'AIE place beaucoup d'espoirs en ces mécanismes pour permettre d'atténuer la consommation électrique future. Ils constituent même un pilier majeur des scénarios prévisionnels qu'elle établit. Il en est de même pour RTE, qui, dans son dernier bilan prévisionnel de 2016 présente pour la première fois un scénario de « référence » à une chance sur dix, tablant sur une baisse de la pointe maximale pour les années à venir.

---

*« La pointe à « une chance sur dix » est un indicateur du Bilan prévisionnel en puissance, représentatif du niveau de consommation, qui a une chance sur dix d'être dépassé au moins une heure au cours de l'hiver. Cet indicateur peut être assimilé à la puissance maximale appelée au cours d'une vague de froid décennale. Il ne constitue pas néanmoins un maximum absolu : des températures plus rigoureuses que celles enregistrées lors d'une vague de froid décennale peuvent aboutir à un niveau de consommation plus élevé. ».*

---

(RTE, bilan prévisionnel de 2016)

Cet abaissement des prévisions s'explique notamment grâce au développement des solutions Smart Grids et la progression amorcée et à venir des moyens favorisant l'efficacité énergétique dans de nombreux secteurs. Le rapport précise également que « la puissance à une chance sur vingt s'établit pour l'hiver 2016-2017 à 105,9 GW dans le scénario de référence » (Bilan prévisionnel 2016). La réalité observée pour l'hiver 2016-2017 fût finalement un pic le 20/01/2017 à 94,190 GW (Open Data RTE).

#### **1.1.2.2. Les enjeux environnementaux et politiques**

Dans un contexte de plus en plus pressant de raréfaction des ressources fossiles, mais aussi des conséquences écologiques de ces dernières (pollution atmosphérique, changement climatique, déclin de la biodiversité etc...), de plus en plus de pays affichent une volonté d'engagement en faveur d'une transition énergétique et écologique. Outre le cas des énergies carbonées, certains, comme l'Allemagne, le Japon ou la Suisse, entament également des programmes de sortie du nucléaire et un basculement de leurs mix énergétiques. De même pour la Chine, qui, en dépit de ses besoins énergétiques colossaux et de l'ancrage important du charbon dans son mix, est de plus en plus soucieuse des questions environnementales, que ce soit en raison des risques écologiques ou de santé publique, ou bien des risques sociaux et d'instabilité politique (Wike et Parker, 2015). Le point culminant de cette dynamique mondiale ces dernières années, est sans aucun doute la COP21 de Paris, au cours de laquelle les Etats du monde entier se sont résolument engagés dans une voie commune de lutte contre le réchauffement climatique.

En Europe, ces engagements s'expriment principalement au travers du Paquet climat Energie, adopté en 2008, et fixant des objectifs à atteindre pour 2020 (Commission Européenne, paquet climat énergie). Trois mesures importantes sont ainsi actées, ayant pour but de forcer les pays à adopter des systèmes énergétiques plus efficaces et respectueux de l'environnement. Tout d'abord, la réduction de 20% des émissions de gaz à effet de serre par rapport aux niveaux de 1990. Puis, de porter à 20 % la part des énergies renouvelables dans la consommation d'énergie de l'UE. Enfin, d'améliorer de 20% l'efficacité énergétique. Ces changements seront rendus possibles entre autres, par des politiques volontaires favorisant le développement de technologies plus économes en énergie et le passage à des moyens de transports propres. La rénovation énergétique d'une partie des bâtiments et l'application de

nouvelles normes de construction jouera également un rôle majeur dans leurs réalisations. Il faudra notamment trouver de nouvelles manières de produire, mais aussi de consommer l'électricité, nécessitant parfois des transformations profondes du réseau électrique. Nous verrons pour cela dans le titre suivant quels sont exactement les défis liés aux réseaux électriques.

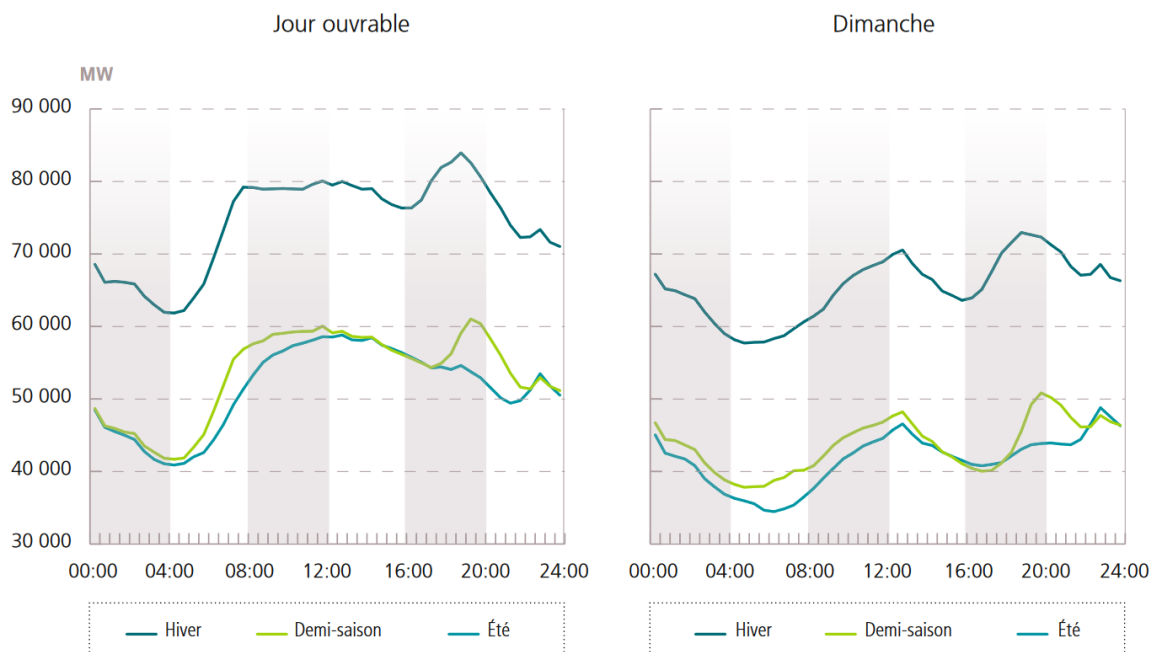
En 2014, ces objectifs sont révisés et de nouvelles cibles pour 2030 sont définies, afin d'assurer la continuité et la pérennité des actions et des efforts entrepris. Il est désormais question d'une réduction de 40% des émissions de gaz à effet de serre par rapport aux niveaux de 1990, de porter à 27 % la part des énergies renouvelables dans la consommation d'énergie de l'UE et d'améliorer de 27% l'efficacité énergétique.

Ces objectifs sont ensuite reconduits dans le droit individuel de chaque état, chargés d'obtenir les résultats souhaités par les moyens qui leur conviennent. En France, les objectifs en matières environnementales sont inscrits dans la loi pour la transition énergétique et pour la croissance verte d'août 2015. Le premier objectif est de faire baisser la part de l'énergie d'origine nucléaire de 75 à 50 % de la production totale d'ici 2025 et faire passer la part des énergies renouvelables dans le mix énergétique à 23% en 2020 et 32% d'ici 2030. Le second est de réduire la consommation énergétique totale par 2 d'ici 2050. Le troisième est la réduction des émissions de gaz à effet de serre de 40% d'ici 2030 et leur division par 4 d'ici 2050. Enfin, il est également question de favoriser les transports éco-responsables en installant 7 millions de bornes de recharge pour véhicules électriques et en remplaçant 50% des flottes de véhicules publics par des véhicules propres d'ici à 2030. Le concept de Smart Grid est de plus en plus mis en avant dans les discours politiques comme « voué à occuper un rôle notable dans la réussite des objectifs et des engagements nationaux ou internationaux ».

### **1.1.2.3. Les enjeux du lissage des courbes de consommation de l'électricité**

L'énergie électrique ne pouvant être stockée massivement, il est donc nécessaire de faire correspondre à tout instant l'offre produite avec la demande de consommation. En France, cet équilibre vise à maintenir une fréquence égale à 50hz. En cas de non alignement, les écarts de fréquences et de tension qui en résultent peuvent endommager le réseau ou bien les équipements connectés à celui-ci. Les variations peuvent s'observer au niveau annuel, en fonction des saisons et des mois, mais également à l'intérieur de cycles au quotidien. On parle de « cycles » journaliers car un schéma de consommation similaire se répète jours après jours, dicté par les usages et les activités économiques ou domestiques types de nos sociétés.

**Figure 4 : Courbes de charges de journées types (Bilan prévisionnel RTE 2009)**



La figure 4 présente les courbes de consommation de journées types, en fonction de la saison et suivant un pas demi-horaire (Les données sont relevées toutes les 30 minutes). Les jours sélectionnés sont tous issus de l'année 2008. Pour la période « hiver » les données correspondent au mardi 09/12 et au dimanche 14/12. Pour la période « demi-saison », les données correspondent au mercredi 15/10 et au dimanche 12/10. Enfin pour la période « été », les données correspondent au mercredi 25/06 et au dimanche 29/06. Outre une différence en terme de niveau de consommation (la courbe « hiver » traduit une consommation globale plus importante que celle des autres saisons), on peut identifier des périodes de pics ou de minimums au cours de la journée. On relève par exemple une montée en puissance à partir de 6h du matin, correspondant au réveil et au début d'activité domestiques et industriels, ainsi qu'un autre pic en soirée correspondant au retour du travail des individus.

En été, la demande est globalement moins forte et la production nucléaire et hydraulique suffisent à satisfaire la grande majorité des besoins. Cependant, lorsque les pointes sont trop importantes (pendant la période hivernale notamment), le gestionnaire du réseau (RTE) doit faire appel à des capacités de production supplémentaires afin de maintenir l'adéquation de l'offre et de la demande. Ce mécanisme d'ajustement (appelé aussi logique de « merit order »), enclenche ces moyens en fonction de leur coût marginal d'exploitation, et correspondant au coût supplémentaire supporté pour une unité produite supplémentaire. Il englobe également de part cette définition le degré de flexibilité de la technologie (la rapidité pour être mise en route ou arrêtée) ainsi que le coût du CO<sub>2</sub> (taxe carbone appliquée pour la pollution émise par le processus de production).

On distingue trois types de moyen de production. Les moyens de production de « base » tout d'abord qui assurent la majorité de la production normale et journalière. En France, c'est l'énergie d'origine nucléaire qui constitue principalement cette base.

En effet, les réacteurs nucléaires ne pouvant pas être arrêtés et redémarrés facilement, ils restent continuellement en activité et peuvent seulement moduler, dans une certaine mesure, la puissance qu'ils fournissent. Viennent ensuite les moyens de « semi-base » qui gèrent les pointes de consommation prévisibles. Enfin les moyens de production de « pointe », constitués des modes de production les plus flexibles (pouvant être mis en route ou arrêtés très facilement) et qui servent à répondre à des hausses soudaines de la demande.

Le recours à ces moyens en fonction des besoins énergétiques, est parfaitement illustré au sein de l'ANNEXE 3. Elle met en balance la composition de l'origine de l'électricité consommée d'un jour d'été à midi, avec celle d'un jour d'hiver lors d'un pic de consommation à 19h00. Plus les pics de demande d'électricité seront importants, plus il y aura une nécessité d'activer des moyens supplémentaires dits « de pointe » pour y répondre. Ces moyens sont généralement basés sur des ressources fossiles et hautement émettrices de CO<sub>2</sub>. Dès lors, on peut identifier deux enjeux principaux à lisser les pics de consommation. Tout d'abord en terme de coûts financiers, le recours à ces centrales thermiques de « pointe » ne s'effectue qu'en cas de réelle nécessité pour satisfaire la demande, c'est-à-dire lorsqu'il n'y a pas d'autres alternatives moins chères. Ne fonctionnant dès lors qu'à une fraction de l'année, ces outils de production sont à l'arrêt tout le reste du temps, et reviennent donc au final extrêmement chers, d'autant qu'ils doivent se soumettre aux diverses réglementations du prix du carbone. Lisser les courbes de consommation permettrait de réduire le nombre de centrales en « veille », destinées à ne répondre qu'à des sollicitations ponctuelles. Intervient également un coût en terme écologique. La gestion des pointes faisant appel à des capacités reposant principalement sur des moyens de production thermiques (Charbon, pétrole etc...) sur le territoire Français, mais aussi via les importations d'électricité auprès de nos partenaires voisins (dont le mix électrique est généralement fortement carboné), il en résulte de fortes émissions de CO<sub>2</sub>.

#### **1.1.2.4. L'enjeu de l'intégration des énergies renouvelables et des moyens de productions décentralisés au réseau**

Dans la Programmation Pluriannuelle de l'Energie (PPE 2016), le gouvernement prévoit pour 2022, de porter les capacités installées pour l'éolien et le photovoltaïque à 30GW pour le premier et 20GW pour le second. Cet engagement est essentiel pour atteindre les objectifs environnementaux fixés précédemment, cependant, l'intégration massive des nouvelles énergies intermittentes n'est pas sans conséquences. Comme le montrent les courbes de production d'électricité en ANNEXE 4, présentant la production d'origine éolienne et photovoltaïque sur une semaine classique de juillet (2017) en France, il existe une très forte variabilité. Cette intermittence, due aux conditions météorologiques sur le territoire, rend difficile l'estimation en avance de la production totale nécessaire et complique l'équilibrage permanent du réseau. Même si ces installations peuvent parfois en partie se compenser à l'échelle nationale (les conditions météorologiques ne sont pas les mêmes pour tout le monde), ou même entre elles (lorsque le solaire ne produit pas,

l'éolien peut toujours continuer à produire) cette compensation n'est pas très significative et sera toujours fortement entravée par l'alternance du jour et de la nuit.

Comme nous l'avons vu précédemment, le réseau électrique Français a été bâti sur une conception unidirectionnelle de l'acheminement de l'énergie. Des moyens de production centralisés, modulables et prévisibles, vers les lieux de consommation diversifiés et imprévisibles, le tout se faisant au travers d'une arborescence de lignes à hautes, moyennes, puis basses tensions. Par ailleurs, dans certaines zones peu denses en besoins énergétiques, le réseau est, pour des raisons économiques, dimensionné au plus près des besoins en puissance locale nécessaires. L'installation de moyens de production d'énergie renouvelable décentralisés quant à elle, se fait davantage de manière opportune en tenant principalement compte de la disponibilité des ressources naturelles (vent et soleil) plutôt que du dimensionnement du réseau ou de la satisfaction d'une demande locale. Il existe alors un risque que l'intégration de ces nouveaux moyens vient perturber l'équilibre du réseau en place. Ce risque conduit à une remise en cause de l'uni-directionnalité du réseau pour adopter une conception multidirectionnelle. Le but est de permettre d'acheminer l'énergie dans les deux sens, afin de faire correspondre au mieux, et au niveau local, les besoins de consommation avec les capacités produites.

Toujours au niveau local, l'intermittence des EnR (énergies renouvelables) et la variabilité de la demande, fait qu'à certaines heures de la journée, les besoins énergétiques d'un périmètre peuvent être bien en dessous de la production sur ce dernier. Or, si le réseau n'est pas prévu pour permettre l'acheminement de ce trop-plein de production, vers un autre lieu de consommation, l'énergie produite (en l'absence de capacités de stockage) sera perdue. De plus, même dans le cas où se serait possible, si le taux de pénétration des EnR est trop fort (dû à un ensoleillement ou un des conditions météorologiques particulièrement avantageuses), cela peut entraîner des perturbations locales et une surtension dommageable pour le réseau et les équipements reliés.

Tant que la part des énergies renouvelables reste modérée dans le mix électrique, l'impact de l'intermittence est supportable par le réseau. Mais les problèmes vont en grandissant au fur et à mesure de l'installation de nouvelles capacités décentralisées et intermittentes. Il devient alors impératif de trouver des nouveaux moyens de flexibilité y palliant. Il en va également de la rentabilité de ces nouveaux modes de production souffrant encore globalement d'un coût de fourniture de l'électricité moins avantageux que leurs alternatives fossiles (même si plus polluantes). Bien que l'innovation pousse toujours plus loin les performances techniques et le rendement des nouvelles énergies (produire plus d'électricité à même niveau d'ensoleillement par exemple), la recherche et le développement s'orientent également vers les nouveaux types d'usage, comme la combinaison avec d'autres solutions techniques (stockage), le pilotage (automatisation), l'observabilité (prévision des besoins et de la production plus fine) et la flexibilité.

Enfin, il est important de mentionner le phénomène de « prix négatifs » lié aux développement des EnR. En effet, lorsqu'une surproduction d'électricité (par rapport à la demande) provenant de capacités non-flexibles survient, on peut assister à un phénomène de chute des prix, jusqu'à en devenir « négatifs » sur les marchés de gros de l'électricité. Les EnR, comme le solaire et le photovoltaïque, dépendent de critères

extérieurs tels que le vent et le soleil, elles sont dès lors particulièrement impliquées dans ces phénomènes. Les producteurs doivent donc effectuer un arbitrage de ce qui est le plus avantageux pour eux, entre les coûts de devoir arrêter leurs moyens de productions pour les redémarrer par la suite, ou bien celui de proposer de l'argent afin qu'on leur en soutire leur surproduction, pour permettre de décharger le réseau. Cependant, l'existence de certaines réglementations telles que les tarifs d'achats réglementés, les aides à la production d'origine renouvelable ou autres compensations financières, incitent bien souvent les détenteurs de moyens de production à ne pas interrompre celle-ci et de continuer d'alimenter le réseau. C'est alors au gestionnaire de réseau, RTE, de trouver les solutions.

Les conséquences du phénomène des prix négatifs ne sont pas anodines. En effet, ils conduisent d'une part à faire arrêter temporairement, ou bien à sous-utiliser, certaines usines (thermiques) de production d'électricité. Ces arrêts entraînent bien souvent des coûts d'opération s'avérant plus élevés qu'il ne l'aurait été pour la réduction de puissance d'autres moyens subventionnés. Et d'autre part, ils envoient un mauvais signal de prix aux investisseurs, conduisant à la fermeture ou au sous-investissement dans certains secteurs. Cela, alors même que ces technologies (comme les centrales à Gaz à cycles combinés), représentent pourtant des moyens d'avenir essentiels pour réduire la sollicitation aux moyens les plus polluants en période de pointe (charbon et fioul).

### **1.1.3. Les technologies sur lesquelles s'appuie le développement des Smart Grids**

Le développement des Smart Grids s'appuie sur celui de certaines technologies clés qui constituent généralement le cœur des solutions fournies à l'utilisateur au cours des projets de démonstration. Trois grands ensembles technologiques nous intéresseront particulièrement, les NTIC, les compteurs intelligents et enfin les modes de stockage de l'énergie. Comprendre les particularités de ceux-ci apparaît nécessaire pour étudier l'interaction des individus avec ces technologies.

#### **1.1.3.1. Les technologies de l'information et de la communication**

Véritable révolution de ces dernières années, les nouvelles technologies de l'information et des communications (NTIC) posent les fondements sur lesquels repose tout le développement des Smart Grids.

A l'échelle du réseau électrique, elles permettent une analyse prévisionnelle plus fine de la consommation, de la production mais aussi des aléas techniques pouvant survenir sur le réseau à maille locale. Associés à des dispositifs d'échange d'informations entre le gestionnaire du réseau et ceux des sites de production d'énergies renouvelables, elles facilitent la mise en place des solutions de gestion avancées d'automatisation, réagissant en temps réels aux contraintes rencontrées. Pour illustrer ce cas on peut prendre l'exemple de leur apport dans les réseaux de transport de l'électricité à haute tension. En effet, la difficulté d'intégration des Smart

Grids à ces réseaux dans les années 1990 – 2000 était principalement due au trop important volume de données généré et aux coûts qu'il en aurait résulté. Cependant, les avancées de l'informatique et de la data d'aujourd'hui ont levé cette limite. D'importants progrès ont été faits dans le développement de normes, de protocoles, d'infrastructures d'échange d'informations et de gestion des données de masse. Grâce à l'intégration de nouvelles technologies numériques dans les postes de transformation électrique, ces derniers sont maintenant capables de directement localiser les défauts du réseau, d'engager des processus d'auto-cicatrisation et de régulation de la tension à un niveau très localisé.

Autre exemple d'application, le projet Greenlys et Steadysun (2015). Dans ce projet, des caméras filmant le ciel à 360 degrés ont été installées sur des sites de production photovoltaïque. Leur but est d'enregistrer le déplacement et l'évolution des nuages pour, couplé à un algorithme, fournir une prédiction précise de la production d'énergie pour chaque demi-heures à venir, et de son impact sur l'équilibre du réseau. L'aléa étant l'une des principales contraintes des EnR, le développement de ce type de dispositif permet donc de favoriser leur intégration.

Adaptées à l'échelle de l'habitat, ces nouvelles technologies revêtent la forme de ce que l'on nomme communément la « domotique ». Elle se définit selon Telecomaccess par « l'incorporation à la maison des techniques de l'électronique, de l'informatique et des communications, ayant pour but l'automatisation des fonctions électriques du domicile et l'augmentation du confort perçu par l'habitant ». La domotique va permettre entre autres aux équipements et appareils électriques de communiquer entre eux (par des moyens tels que le wifi, les ondes radio etc..), et favoriser l'efficacité énergétique. Enfin, elle permettra également d'accompagner l'émergence de nouvelles offres tarifaires en matière d'électricité, en apportant une flexibilité d'utilisation et de pilotage des appareils électriques du quotidien (machines à laver, lave-vaisselle, chauffage etc...).

Parmi les NTIC, un domaine a connu des avancées techniques révolutionnaires ces dernières années, c'est celui de la transmission de données. Si on connaît tous les principales technologies que sont le Bluetooth, le Wifi ou les réseaux mobiles, on ignore peut-être les réelles différences d'applications qu'il y a entre ceux-ci et l'existence d'autres moyens.



**Tableau 1: Principales technologies de transmission d'information et caractéristiques techniques (CRE)**

	Courte portée			Moyenne portée			Longue portée	
Technologie	NFC	Bluetooth	Zigbee	Z-Wave	Wi-Fi	BLE	SigFox	LoRa
Portée moyenne (en intérieur)	<10 cm	10 m	10 m	50 m	50 m	50 m	>2km	>2km
Débit (Mbit/s)	$1.10^{-3}$	$1.10^{-3}$	$1.10^{-2}$	$1.10^{-2}$	$1.10^2$	$1.10^{-3}$	$1.10^{-3}$	$1.10^{-3}$
Autonomie	Mois	Jours	Années	Années	Jours	Mois	Années	Années
Fréquence	2,4 GHz	2,4 GHz	2,4 GHz 868 MHz	868 MHz	2,4 GHz 5 GHz	2,4 GHz	868 MHz	868 MHz
Usages	Téléphonie Cartes de paiement	Périphériques informatiques et multimédia	Domotique		Navigation Internet Transferts conséquents de données	Périphériques informatiques et multimédia	Prévention d'incidents Collecte de données Gestion de réseaux	

Le tableau 1 présente les principales technologies de transmission d'information en fonction de leur portée, de certaines caractéristiques techniques et des usages couramment admis. En effet, la portée des ondes et la capacité de transmission (en volume) d'informations sont deux caractéristiques essentielles qui influent sur l'arbitrage de leur utilisation. On remarque par exemple que la technologie WIFI est celle permettant le transfert du plus important débit d'information. Cependant, elle n'est pas pour autant la plus adaptée à tout type d'usage. En effet, certains d'entre eux ne nécessitent pas impérativement de recourir à un nombre important d'échange de données et il sera alors préférable de se tourner vers d'autres types de technologies présentant d'autres avantages.

C'est le choix par exemple de la commune de Saint-Sulpice-la-Forêt en Bretagne qui a mis en place une solution IOT de pilotage énergétique, développée par la start-up Wi6Labs et ses sociétés Alkante et TDF, utilisant la technologie LoRa. Avec pour objectif de baisser de 20% la consommation énergétique des bâtiments communaux, a été déployé un réseau de capteurs sans fil, permettant de relever des données concernant les consommations électriques, d'eau et de gaz, les températures etc... Ces données sont ensuite traitées et gérées en local, puis restituées sur une application, permettant également le pilotage à distance de certains équipements (climatisation, chauffage, lumières entre autres). La technologie LoRa possède ainsi trois avantages notables. Elle permet premièrement une communication sur de très longues portées et à bas débit, pouvant pénétrer efficacement l'enceinte et les sous-sols des bâtiments. Secondement, les échanges de très courtes durées accroissent la durée de vie des équipements et sont très peu énergivores. Enfin elle possède une architecture réseau qui se veut ouverte et facilement intégrable pour tous types d'équipements.

Il semble également important de noter le potentiel que représente la technologie de la 5G à l'avenir pour les Smart Grids. En effet, si les technologies 3G et 4G étaient principalement destinées à l'internet mobile, la 5G elle, en plus d'améliorer considérablement les futurs débits permettra, grâce à sa stabilité et sa fiabilité, de s'adresser à de nouveaux usages et à de nouveaux marchés. Parmi eux, on peut identifier les perspectives de développement concernant l'internet des objets vu précédemment. Mais aussi, le suivi et la gestion des flux électriques, l'organisation des villes intelligentes, la mobilité urbaine, la gestion des bâtiments et des voitures

électriques. La 5G offrirait de nouvelles possibilités de part un nouveau champ d'informations utilisables, comme celles relatives à des situations de danger (pannes, accidents, travaux, météorologie) mais aussi des services d'informations sur les stations de recharges et leur localisation, sur le stationnement ou sur la circulation, et enfin des possibilités en terme de voitures autonomes ou d'aide à la conduite.

Enfin, avec le développement des objets communicants, la précision des informations relevées s'est considérablement accrue et se pose alors des questions de respect mais aussi de sécurité de la vie privée des personnes. En effet, toutes ces données, qui auparavant ne renseignaient que sur des indicateurs agrégés, peuvent aujourd'hui récupérer l'information à un niveau individuel. Il devient ainsi possible par exemple de connaître les habitudes de consommation individuelle des ménages, leur temps de présence à leur domicile, leurs heures de réveil, de coucher etc... Toutefois, en multipliant les points d'accès et d'interaction avec le réseau, on multiplie également les portes d'entrées pour des personnes mal intentionnées, et on expose potentiellement les réseaux intelligents aux nouvelles menaces informatiques modernes. Ces menaces peuvent revêtir des formes très diverses, tels que les vols de données personnelles, les attaques DDOS (dénis de service), les fuites d'informations, les perturbations ou encore les malveillances envers le système. Pour limiter cela, il y a une nécessité, dès les étapes de conception des solutions Smart Grids, de prendre en compte ces risques et d'établir des normes et des standards, applicables à l'ensemble des technologies. En effet, la prise en compte a posteriori de ces préconisations entraîne généralement un surcoût et sont d'une plus grande complexité à mettre en œuvre. C'est une des conditions sur lesquelles s'appuie leur développement, hors jusqu'à présent, ce n'était pas forcément le cas pour beaucoup de fabricant, préférant relayer la responsabilité de la sécurité du réseau et des données, au gestionnaire de ceux-ci.

### **1.1.3.2. Les compteurs intelligents**

A l'heure actuelle, le compteur électrique classique ne permet pas de connaître la consommation en temps réel du consommateur. Les nouveaux compteurs intelligents ou « smart meter » sont capables eux de suivre en détail et en temps réels, les données de consommations et de production d'un bâtiment, d'un foyer ou d'une entreprise, puis de transmettre et restituer ces informations par divers canaux de communication. Ils peuvent également recevoir des ordres ou des informations à distance, sans intervention physique, via ces canaux. En ce sens, ces nouveaux compteurs constituent donc le socle essentiel pour le développement des solutions Smartgrid, et la réponse aux trois enjeux vu précédemment qui sont la hausse des consommations, la hausse des pointes et l'intégration des EnR au réseau. La télé-relève ou le relevé à distance, ainsi que le contrôle d'accès, permet d'une part une connaissance plus fine des consommations, mais aussi la proposition de nouveaux modes de tarification basés au plus près des besoins en temps réel du réseau. Sans cette connaissance dynamique, il ne pouvait pas y avoir d'adaptation de l'offre tarifaire auprès des consommateurs et les nouveaux usages qui en découlent. Ces nouveaux tarifs sont également adaptables aux micro-producteurs d'électricité en leur permettant de pouvoir distinguer leur production et leur consommation d'électricité, en vue de proposer un prix de rachat non plus indexé sur le prix de base

de la consommation (actuellement l'électricité produite est déduite de celle consommée), mais basés sur une différenciation de plages horaires, impactant par là, la rentabilité des installations. D'autre part, le contrôle d'accès à distance permet d'effectuer certaines opérations comme l'activation à distance du compteur, ou la modification de la puissance maximale (suivant un barème plus fin que celui à l'heure actuelle qui ne propose les choix que de 3, 6, 9 ou 12Kva.)

Couplés aux innovations en matière de domotique, les nouveaux compteurs intelligents contribueront à offrir la possibilité aux utilisateurs de piloter directement les principaux appareils électriques de leur maison (comme par exemple le chauffage, la machine à laver, le lave-vaisselle, la lumière...). Ce contrôle pourra s'effectuer par l'utilisateur lui-même en fonction de ses préférences. Il pourra également tenir compte (ou non) des nouvelles tarifications et plages horaires qui lui seront proposées, ainsi que des éventuelles alertes ou recommandations (en amont d'épisodes prévisibles de pointe de consommation par exemple). Mais ce contrôle pourra être également délégué par contrat auprès de prestataires de services réseaux, afin qu'ils pilotent eux-mêmes l'activation ou non des charges, permettant ainsi qu'une régulation plus fine du réseau. Cette solution est aussi particulièrement utilisée dans le milieu industriel et des entreprises, où le dimensionnement et la nature des installations permettent grâce au pilotage automatique, des gains notables en termes d'efficacité énergétique.

Enfin, ils permettront également un retour et une fourniture d'informations utiles et pertinentes au consommateur, en vue de lui faire prendre conscience des impacts de sa consommation et des enjeux liés à l'électricité et à la gestion du réseau. Nous verrons ultérieurement comment cette connaissance pourra servir de vecteur de changement de mentalité et de comportement, vers des usages et des modes de consommation moins énergivores.

Développé par Enedis (anciennement ERDF), le « Linky » est la version Française du compteur intelligent retenu pour équiper tous les ménages du pays.

Après une première phase d'expérimentation mise en place en 2011, l'installation des compteurs a véritablement débuté en décembre 2015 et doit se poursuivre jusqu'en 2021. A terme, ce sont plus de 35 millions de foyers qui en seront équipés. Tous les frais (coûts du compteur, pose, déplacement...) seront pris en charge et le consommateur n'aura rien à payer.

### **1.1.3.3. Les nouveaux modes de stockage et le « vehicle to grid »**

Le dernier domaine technologique important sur lequel s'appuie le développement des Smart Grids est celui du stockage de l'énergie.

La difficulté de stocker l'électricité a considérablement été réduite ces dernières années. Même si le stockage à grande échelle est toujours problématique, il peut tout de même, dans une moindre échelle, participer activement à l'émergence de nouveaux modes de conception des réseaux. La première contribution notable concerne la fourniture d'une énergie plus homogène de la part des capacités de production. En effet, l'alternance de vent ou d'ensoleillement crée d'importantes fluctuations dans la quantité d'énergie injectée au réseau, que l'installation de batteries de stockage par exemple permet d'atténuer. En période de forte disponibilité de la ressource naturelle, une partie de l'énergie peut être stockée et en

période de moindre disponibilité l'énergie stockée peut être redistribuée. Au final, la courbe de charge globale obtenue sera plus prévisible et moins variable.

La seconde contribution de ces moyens repose sur l'apport d'une flexibilité supplémentaire au réseau électrique, pour faire face aux variations de la demande sans avoir à activer des moyens de production de pointe supplémentaire. Le but ici est de libérer de la puissance accumulées dans ces capacités de stockages (lors des heures creuses), aux moments de pics de consommations. Cela permet d'éviter l'investissement dans de coûteux nouveaux moyens de production de pointe (principalement carbonés), mais apporte également des gains de productivité aux centrales thermiques existantes en réduisant la fréquences d'arrêt et de mise en route de celles-ci. Enfin, des autres enjeux de cette flexibilité est le fait qu'elle s'intègre parfaitement dans un maillage local, permettant de gérer des situations diverses et diffuses. Elle favorise ainsi l'intégration de moyens de micro-production et d'autoconsommation auprès d'une nouvelle gamme de petits producteurs. Désormais, n'importe quel bâtiment, entreprise ou même particulier, peut installer de tels moyens chez soi et consommer sa propre énergie. Le stockage vient cependant lui permettre de gérer les problèmes de variabilité, et d'avoir accès à de l'énergie produite à d'autres moments de la journée.

Il existe différentes technologies et types de technologie de stockage en fonction desquelles la puissance de fonctionnement (ampleur de la charge restituée au réseau), ainsi que la durée du temps de décharge (pendant combien de temps cette puissance peut être maintenue) varient. Mais les contraintes technologiques ne sont pas les seules à prendre en compte pour savoir laquelle utiliser. Il faut également prendre en compte les données socio-économiques, géographiques, les données de dimensionnement, de flexibilité etc... Parmi les principales technologies de stockage utilisées, on retrouve tout d'abord les stockages « mécaniques » comme les STEP (Station de Transfert d'Énergie par Pompage). Ces derniers sont en réalité des retenues d'eau ou des barrages, situés en amont, qui pompent de l'eau en aval lors des creux de consommation, et la relâche lors des pointes, pour faire turbiner l'eau écoulée. Cette technologie est la plus utilisée dans le monde, ainsi que la plus importante en termes de capacités de stockage. Cependant, il s'agit d'un moyen centralisé, dont les possibilités d'expansion en France sont très limitées (contraintes environnementales, territoriales etc...). On retrouve également des technologies de stockage thermique ou thermochimique, chimiques (comme l'hydrogène) et enfin électrochimique ou électrostatique (comme le sont les batteries). Ces derniers sont d'avantages prédisposés à répondre à des besoins diffus du fait du dimensionnement plus modeste mais adaptable dont ils font part.

Enfin, il est important de mentionner les perspectives de développement de nouveaux modes de stockage liés aux véhicules électriques, appelés aussi « vehicle to grid ». En effet, l'essor annoncé de l'équipement en véhicules électriques d'un nombre croissant de particuliers offre des nouvelles possibilités de services rendus au réseau, notamment de par la capacité de stockage diffus que représentent l'ensemble des batteries de ces flottes. En effet, les véhicules électriques passent la majeure partie de leurs temps de vie à l'arrêt, et sont utilisés le plus souvent pour des trajets quotidiens, courts, et ne nécessitant que peu de charge de batterie. Environ 50% d'entre eux passent leur temps de stationnement exclusivement au domicile et près de 70% restent stationnés au moins 6 heures par jour sur un emplacement

réservé. Avec les deux millions de véhicules électriques attendus sur le sol Français à l'horizon 2020, ils pourraient ainsi représenter une capacité de stockage maximale de 10 Gwh (CRE). Grâce aux nouvelles technologies Smart Grids, des projets se développent pour permettre de piloter la charge des voitures électriques branchées à des bornes intelligentes, en fonction des besoins du réseau. En période de pointe, le réseau utilise une partie de la puissance des batteries pour satisfaire la demande, et en période de creux il en profite pour les recharger.

#### **1.1.4. Etat du développement des Smart Grids en Europe et en France**

Dans cette section, il sera question de s'intéresser aux grandes tendances du développement du secteur des Smart Grids en Europe. Nous verrons quels types de projets voient le jour, quelles technologies sont testées et quels sont les dynamiques de la filière. Pour se faire, nous baserons une partie notre analyse sur les recherches entreprises par le Centre de Recherche de la Commission Européenne. Nous nous intéresserons à la classification des projets qu'ils ont effectué et plus principalement à la catégorie « demand side management » qui regroupe les projets où les consommateurs sont le plus impliqués. Enfin, nous nous intéresserons à la structuration et aux grandes dynamiques de la filière en France.

##### **1.1.4.1. Les grandes tendances du développement des Smart Grids en Europe**

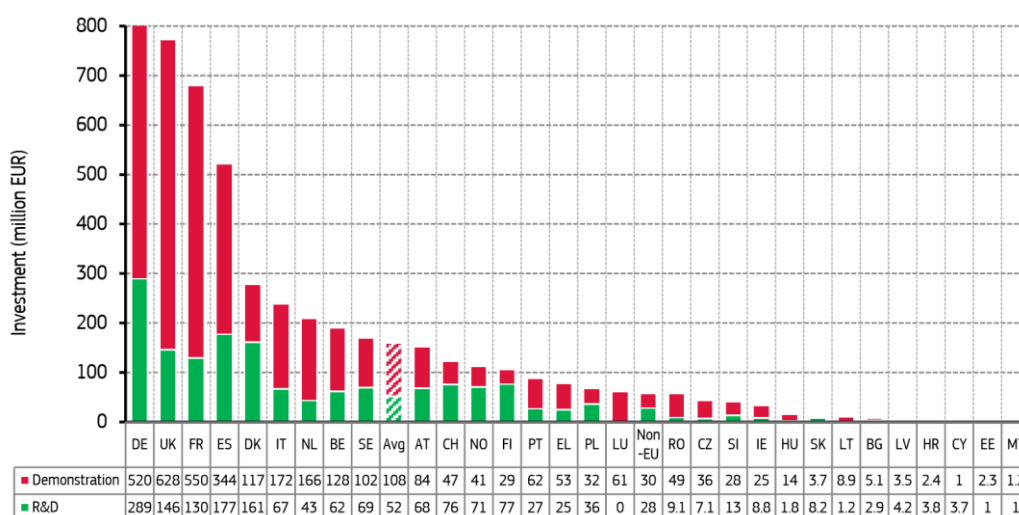
Le Joint Reserch Center (JRC), ou Centre Commun de Recherche de la Commission Européenne, a pour mission de fournir un soutien scientifique et technique à la conception, à l'élaboration, à la mise en œuvre et au suivi des politiques communautaires de l'Europe. Il joue ainsi pour l'Union le rôle de centre de référence en matière de sciences et de technologies. Le JRC comprend 7 instituts, situés sur 5 sites différents ; en Belgique, en Italie, en Allemagne, en Espagne et aux Pays-Bas. Le pôle SmartGrid fait partie de l'Unité de la Sécurité de l'Energie de l'institut pour l'Energie et le Transport. Cette équipe agit comme consultant interne à la Commission Européenne, réalisant des recherches scientifiques indépendantes et soutenant l'UE dans l'élaboration de sa politique de transformation vers des systèmes électriques plus intelligents.

Depuis 2011, le JRC a entrepris un long travail de recensement de tous les projets Smart Grids Européens. Celui-ci a permis la création d'une base de données rassemblant les résultats et les informations normalisées sur tous les projets. Cette base a notamment servi de socle de travail pour asseoir de nombreux travaux de recherches et d'analyses liées au développement des Smart Grids. C'est également le matériel principal de l'ANNEXE 2, ayant fortement contribué à la réalisation de ce mémoire. Le processus de collecte de données utilisé pour la constitution de cette base est expliqué quant à lui en ANNEXE 5.

Les informations récoltées sur les projets sont ensuite retraitées pour permettre une restitution régulière dans les « Outlook » publiés entre chaque phase de collecte. Ce traitement permet la visualisation (sur des cartes interactives) ou la restitution complète (dans les rapports) de données agrégées, telles que certaines présentées ci-après.

Au 31 décembre 2015, 950 projets Smart Grids au total sont recensés à travers l'Europe, représentant un montant global d'investissement de près de 5 milliards d'Euros. Ils totalisent 800 sites démonstrateurs, marqués par une forte coopération partenariale (6 partenaires en moyenne par projet).

**Figure 5 : Répartition des investissements dans le domaine des Smart Grids en Europe (JRC Outlook 2017)**



Sur la figure 5, nous pouvons voir que les 3 pays ayant le montant d'investissement sur leur sol le plus important sont l'Allemagne, le Royaume Unis et la France, pour un montant respectif de 809, 774, et 680 millions d'euros. Pour observer une répartition géographique de ces chiffres, se référer à l'ANNEXE 7. Ce montant est calculé en prenant le montant total d'un projet et en le répartissant équitablement en fonction de l'origine (pays) des partenaires impliqués, à moins qu'une information plus précise concernant l'origine des financements ne soit connue.

D'importantes disparités s'observent suivant les pays. Celles-ci peuvent être influencées, selon le JRC, par plusieurs facteurs, comme la part de projets de R&D par rapport à celle des projets démonstrateurs (l'investissement moyen des projets de R&D est de 3,3 millions d'euros contre 9 millions pour les projets démonstrateurs), la taille des principaux acteurs du marché du pays, et enfin les mécanismes de soutiens Etatiques fixant les priorités nationales d'investissements.

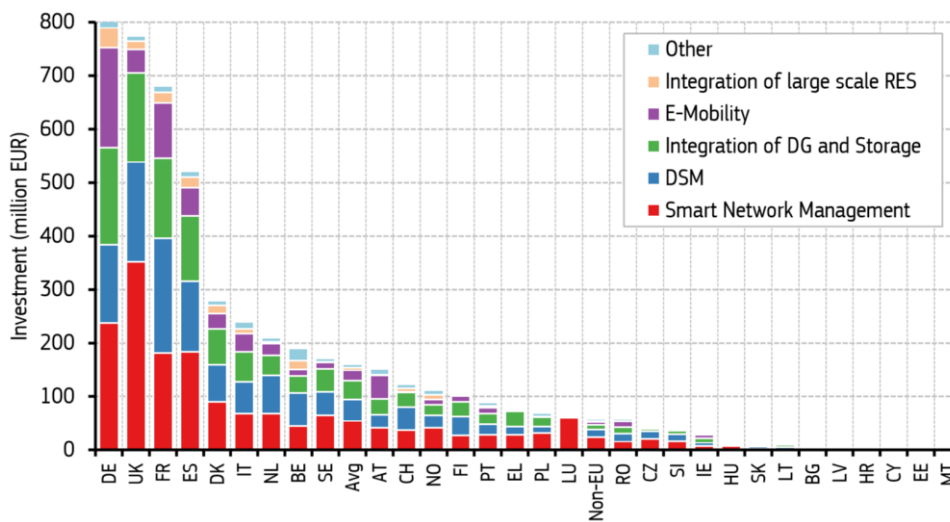
Un rattachement à une classification par domaine d'application Smartgrids a également été appliquée pour chacun des projets. Cinq principales thématiques (ainsi qu'une catégorie « autres ») ont ainsi été identifiées :

- SNM : Smart Network Management (Gestion intelligente du réseau).
- DSM : Demand Side Management (La gestion du côté de la demande)
- Integration of DG&S : Integration of distributed generation and storage (Intégration de moyens de microproduction décentralisés et de stockage)
- E-mobility : Electric mobility (La mobilité électrique).
- Integration of LRES : integration of large-scale renewable energy sources (Intégration de moyens de production d'énergie renouvelables à grandes échelles).
- Autres

Pour une présentation plus détaillée du contenu de celles-ci, voir ANNEXE 8.

Le JRC met en avant que dans de nombreux cas, les projets abordent plusieurs domaines sans qu'aucun d'eux ne prévalent sur les autres, car ils étudient et testent l'intégration systémique de différentes solutions Smartgrids. Cette répartition permet de mieux connaître les principaux domaines d'intérêt de la filière ainsi que les grandes tendances de développements qui se dessinent dans chacun des pays.

**Figure 6 : Répartition des investissements par domaine d'intérêts des Smart Grids et par pays**

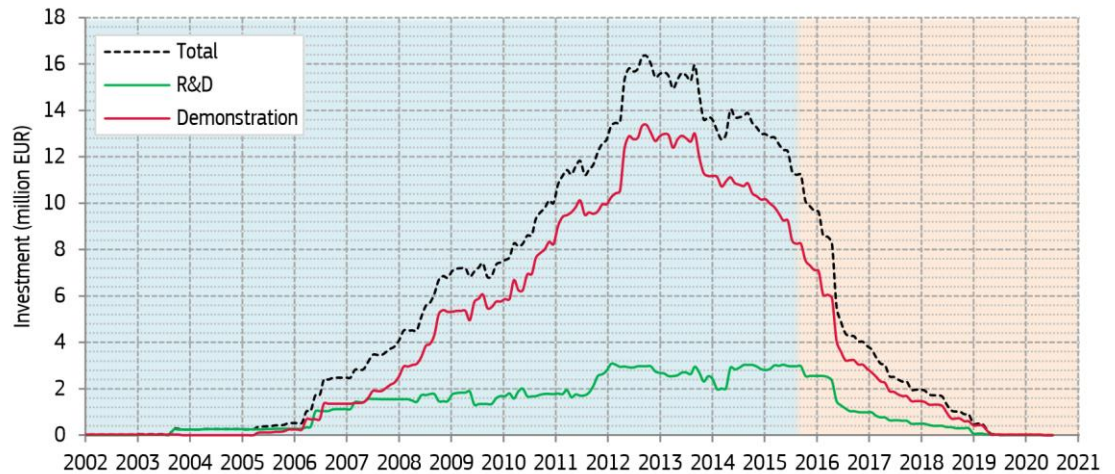


La figure 6 présente la répartition des investissements par domaine d'intérêt Smart Grid et par Pays. Pour observer une répartition géographique de ces chiffres, se référer à l'ANNEXE 9. Ainsi on relèvera par exemple le très fort intérêt pour la mobilité électrique en Allemagne (et dans une moindre mesure en France et en Espagne), tant sur le plan de la recherche que sur celui du déploiement démonstrateur. Le Royaume-Unis quant à lui, semble montrer une dynamique toute particulière pour les solutions de Smart Network Management. Aussi, associé à l'Allemagne et à la France, ils représentent près de la moitié des investissements en matières d'intégration des DG&S. Enfin, près d'un tiers des investissements associés aux DSM se trouvent en France et au Royaume Unis.

Cette dernière catégorie nous intéresse toute particulièrement car elle traite « d'un large éventail d'applications ciblées évoluant autour du concept de consommateur actif et de prosumer » (JRC outlook 2017). Il est intéressant de noter que l'attention croissante de l'union portée sur le rôle central qu'occupe l'utilisateur au sein des Smartgrids a conduit à une rectification de la grille de catégories mise en place par le JRC dans ses précédents travaux. En effet, dans ces derniers (Outlook 2014), la notions d'utilisateur était totalement confondue avec celle de consommateur domestique (au sein d'une précédente catégorie nommée « Smart Home and Smart Customers »). Or, on pouvait alors trouver des projets prenant fortement en compte l'utilisateur dans leur processus, mais n'en faisant pas partie. A l'inverse, le concept plus large de DSM permet d'englober des projets pouvant traiter de l'efficacité énergétique, de la conservation de l'énergie et de la Demand Response, au niveau du

ménage, mais également du bâtiment et de la communauté, ainsi que dans différents segments de consommateurs (résidentiel, commercial et industriel).

**Figure 7 : Répartition des investissements dans la catégorie DSM sur la durée de vie des projets (JRC Outlook, 2017)**



Dans son rapport de 2014 (Smart Grid Projects Outlook 2014), le JRC mettait déjà en avant l'intérêt croissant décelé pour l'intégration des consommateurs au cœur des projets Smart Grids. Trois ans plus tard, le nouvel Outlook 2017 confirme les tendances observées auparavant. La figure 7 décrit l'évolution des investissements des projets de la catégorie DSM, étalés sur toute leur durée de vie. Elle permet d'avoir une estimation du montant total des investissements engagés à un points T dans le temps. Ainsi, on peut observer une très forte progression jusqu'en 2013, traduisant l'intérêt croissant pour ces thématiques. Il est important de noter que la baisse observée après ces dates n'est pas représentative de la réalité, mais qu'elle est dû à la méthode de construction de la base de projets du JRC. En effet, seuls les projets ayant été recensés avant la fin de l'année 2015 ont été inclus dans la base. De plus, de nombreux projets ne se manifestent qu'en toute fin d'étape. Il est donc très probable que la prochaine actualisation de la base de projets du JRC traduise une progression constante des investissements sur ces périodes-là. Tout comme cette version actuelle de l'outlook 2017 le fait sur la période 2011-2013, là où la version de 2014 traduisait une baisse.

#### **1.1.4.2. Structuration des actions et des grandes initiatives Smart Grids en France**

Hors département des régions d'outre mers, la CRE recense 116 projets Smartgrids sur le territoire (CRE Annuaire des projets). Ce chiffre n'est pas exhaustif mais il traduit déjà un certain dynamisme de la filière. Afin de structurer celle-ci, plusieurs initiatives ont vu le jour. Ainsi, au niveau gouvernemental, la thématique des Smart Grids fait partie de l'un des 34 plans de la Nouvelle France Industrielle, présenté par l'ancien Président François Hollande en 2013, et concluant 1 an de travail du Conseil National de l'Industrie, visant à déterminer les priorités de politiques industrielles de la France.



---

« Présentées le 12 septembre à l'Élysée, ces priorités sont le résultat d'une analyse approfondie des marchés mondiaux en croissance et d'un examen précis de la place de la France dans la mondialisation pour chacun de ces marchés ».

---

(Economie.Gouv, Nouvelle France Industrielle, 2013).

Une feuille de route pour le « plan » de la filière Smart Grid a été présentée par Dominique Maillard, président du directoire de RTE, et validée par le Gouvernement le 7 mai 2014 lors du 2ème comité de pilotage « Nouvelle France industrielle » (RTE Feuille de route Smart Grid), en présence du Président de la République. Ce rapport présente notamment 10 domaines d'actions à réaliser pour le futur des réseaux électriques intelligents. Relevant de la mise en œuvre de l'une d'elles, l'association professionnelle ThinkSmartgrid créée en avril 2015 a pour but d'accompagner le développement et de fournir une visibilité aux acteurs de la filière, ainsi que de favoriser la promotion du savoir-faire français au niveau européen et mondial. On peut également citer l'Interpôles SmartGrids French Clusters, union de 10 pôles de compétitivité Français spécialisés dans le domaine de l'énergie et des TIC, accompagnant au plus près du terrain le déploiement de nombreux projets démonstrateurs.

Dans le cadre du plan de la nouvelle France Industrielle des réseaux intelligents, le gouvernement a lancé en 2015 un appel à candidature et à projets auprès des territoires, pour contribuer au déploiement à grande échelle de solutions technologiques Smart Grids (Actu-environnement, Appel à Projets 2015). Celui-ci selon Capenergie, vise à « déployer, à partir de 2017, sur une zone significative et représentative, un ensemble d'équipements et de technologies Smart Grids arrivés à maturité industrielle, pour dynamiser le tissu économique territorial, et faire de la zone de déploiement une vitrine à l'export du savoir-faire français en matière de Smart Grids ». Trois projets ont ainsi été retenus, le projet Flexgrid (Provence-Alpes-Côte-d'Azur), le projet Smile (Bretagne et Pays-de-la-Loire) et le projet You & Grid (Métropole Européenne de Lille et Nord-Pas-de-Calais). Chacun d'eux rassemble une grande variété de projets démonstrateurs dans son champs d'action.

Exemple, le programme Flexgrid, qui labélise près d'une quarantaine de projets Smart Grids sur le territoire PACA, et propose aussi des projets dit « transverses » renforçant la qualité des offres des partenaires, par un accompagnement socio-comportemental par exemple ou encore la mise en place d'une plateforme territoriale de gestion des données et des flux.

## **1.2. L'implication des consommateurs, un enjeu capital pour la réussite des projets Smart Grids**

La première partie abordait les questions du développement des réseaux intelligents sous l'angle technique. Dans cette partie nous étudierons à l'inverse, le rôle qu'occupe le consommateur dans ces processus. Nous verrons pour cela la nécessité d'envisager les problèmes d'implication des consommateurs comme des problématiques d'adoption et non d'acceptation. Partant de là, il sera alors nécessaire de comprendre comment l'individu fonctionne et quels sont les facteurs socio-économiques et psychologiques qui influencent son comportement. Ces facteurs nous fourniront des éléments importants pour identifier les modalités d'implication des utilisateurs et comprendre les raisons de l'échec de certaines mises en application.

### **1.2.1. Les enjeux de la flexibilité de la demande**

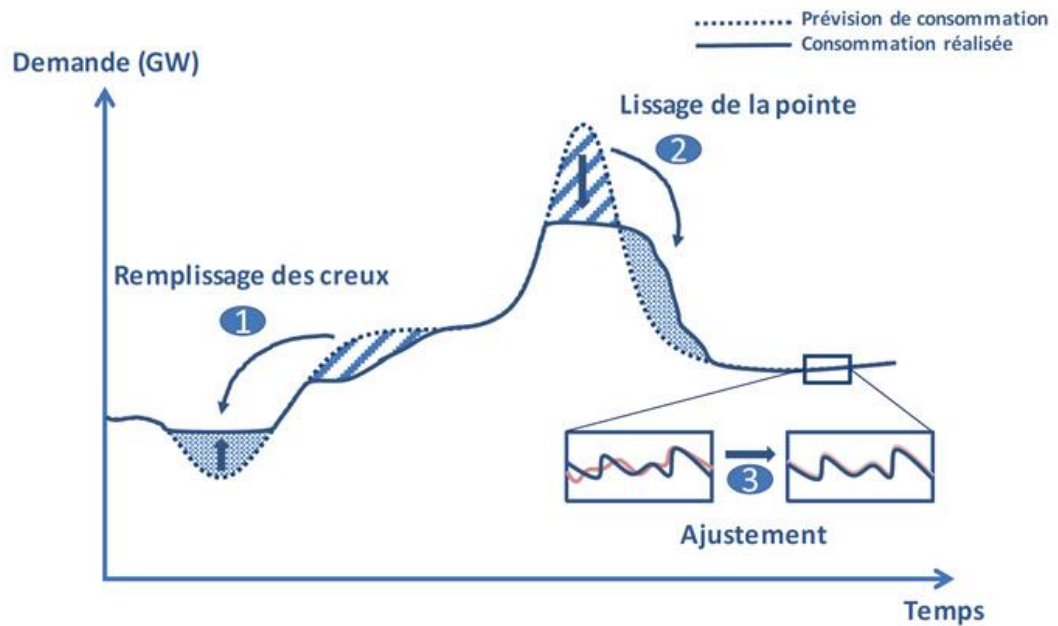
Après avoir établi le contexte dans lequel s'intègrent les consommateurs, nous allons désormais mettre en évidence le rôle central qu'ils jouent dans la réussite des projets Smart Grids. Nous commencerons par développer l'importance de la flexibilité énergétique de la demande, puis nous nous intéresserons au cheminement menant d'un consommateur inactif à celui de consommateur actif. Nous verrons pour cela la nécessité d'envisager le problème de l'acceptation des consommateurs comme un étant problème d'adoption, puis le concept de « consomm'acteur » qui en découle.

#### **1.2.1.1. L'importance des consommateurs au sein de la révolution Smart Grid**

Comme vu dans la section précédente, la flexibilité est l'enjeu majeur des Smart Grids. Le terme de « flexibilité » est souvent associé à la partie « offre » de l'électricité, c'est à dire, en référence aux moyens de production pouvant être activés plus facilement, ou bien vis à vis de capacités de stockage permettant de moduler la production afin de lui permettre de répondre plus finement aux variations de la consommation. Mais on peut également envisager la flexibilité sous l'angle de la « demande » afin de résoudre, à la source, les problèmes d'inadéquations des courbes de charges et de production.

Le moyen de flexibilité de la demande le plus connu à l'heure actuelle est celui de la tarification heures pleines et heures creuses. Cependant le déploiement des nouvelles technologies Smart grids permettra la mise en place et l'exploitation de nouveaux gisements de flexibilité, inenvisagés jusqu'à présent. L'objectif est de mobiliser l'ensemble des consommateurs industriels, tertiaires, mais aussi résidentiels. Cette mobilisation s'accompagnera de la fourniture des moyens et des outils nécessaires pour adapter leurs modes de consommation (ou de production pour les micro-producteurs), aux besoins du réseau en temps réel.

Figure 8 : Schéma d'application de la notion de flexibilité de la demande (CRE Flexibilité)



Selon la CRE, cette flexibilité de la demande se matérialise par deux principales actions du consommateur.

Tout d'abord, la modulation à la baisse (ou effacement) de la consommation d'un utilisateur, lors d'une période de pic de consommation (figure 8, n°2 « lissage des pointes »). Cette modulation consiste soit en un report d'une consommation particulière, soit en un renoncement pur et simple (baisser la puissance du chauffage). Dans le cas où des moyens de micro-production seraient possédés, un autre moyen de répondre à une demande d'effacement, sans moduler à la baisse sa consommation, est le fait de consommer sa propre énergie fournie par son installation ou bien par ses capacités de stockage.

La seconde action de flexibilité consiste à déplacer ou stimuler sa consommation à une tranche horaire précise pour remplir les creux de demande d'électricité (figure 8, n°1) et absorber l'électricité excédentaire sur le réseau. Cependant, les mécanismes de modulation à la hausse n'ont pas pour but d'augmenter la consommation globale d'électricité, mais « d'anticiper ou de déplacer certaines consommations à des périodes propices » (CRE Flexibilité). Idéalement, le plus avantageux pour le réseau est même de faire coïncider le report de l'effacement des pointes avec celui de remplissage des creux.

Ces deux types de modulation correspondent au concept de « demand response » largement utilisé dans la littérature Smart grid, et que l'on pourrait traduire par gestion active de la demande. Celui-ci est l'une des trois composantes caractérisant la gestion de la demande d'énergie (Demand Side Management). S'ajoutent pour compléter sa définition, celui d'efficacité énergétique, ainsi que celui de la demande dynamique. Cette dernière correspond à la mise en œuvre de solutions de pilotages automatiques, permettant l'avancement ou le retardement de quelques secondes du fonctionnement d'un appareil, et ce, afin de réduire les disparités de puissance et équilibrer la charge globale sur le réseau (Figure 8, n° 3 ajustement).

La flexibilité de la demande représente un gisement important de flexibilité du réseau électrique, notamment en France, où le mix électrique du pays majoritairement tourné vers une énergie nucléaire bon marché (environ 35% moins chère que les autres pays de la zone euros selon les données de Eurostat), favorise depuis plusieurs décennies les usages électriques. L'exemple illustrant le mieux ce phénomène est sans doute la part précédemment mentionnée (Partie 1.1.2.1) de chauffages fonctionnant à l'électricité, bien au-delà de celle des autres pays européens.

Selon le bilan RTE 2015, le secteur résidentiel est le plus important consommateur d'électricité avec près de 36% de la consommation finale, suivi par le secteur des entreprises (27%), de la grande industrie (17%), des PME/PMI (10%) et enfin le secteur des professionnels qui représente 10% du volume total. Malgré la faible part que représentent individuellement chaque foyer dans ce total, une fois agrégés ils représentent une consommation deux fois plus importante par exemple que ne l'est celle de la grande industrie. Ce sont donc nos modes de vie, nos habitudes, nos interactions avec ce qui nous entoure, nos envies, nos choix, qui dictent une grande part de la consommation en électricité de notre société. On comprend dès lors l'intérêt de trouver de nouvelles solutions de flexibilité, mettant au centre de celle-ci l'individu, car la mesure dans laquelle il consentira à modifier son comportement à et adopter les possibilités qui lui seront offertes, d'optimiser la gestion de sa consommation énergétique, impacteront grandement la réussite des projets Smart grids.

#### **1.2.1.2. Le concept du « Consomm'acteur »**

Traditionnellement, les français sont des utilisateurs passifs de l'énergie. Ils ont été habitués depuis longtemps à ce que la fourniture d'électricité relève d'un service public, auprès d'un unique fournisseur en situation de monopole, et qui nécessite le minimum d'investissement ou de prise de décision de leur part. Ils n'ont pas le choix, et la question de comparer deux offres ou de remettre en cause leur modes de consommation ne se posait pas. L'ouverture à la concurrence de ce marché a beau se mettre en place depuis une dizaine d'années, actuellement, seulement 1 français sur 2 est au courant que le marché de l'énergie est ouvert à la concurrence selon le baromètre énergie infos de septembre 2016, et 85% des foyers étaient encore sous l'offre d'électricité au tarif réglementé selon l'observatoire des marchés de détail du 1<sup>er</sup> trimestre 2017.

A l'heure actuelle, l'utilisateur possède peu d'informations sur sa consommation électrique, et a peu d'interaction avec elle. On peut dire qu'il n'a pas de relation immédiate avec elle car *« le lien entre les usages domestiques de l'énergie et leurs conséquences sur les consommations est difficile à établir pour l'utilisateur en raison de la nature abstraite, invisible et intouchable de l'électricité (Fischer, 2008) »*. La consommation de l'utilisateur domestique par exemple s'opère au travers de ses pratiques quotidiennes et de l'utilisation des appareils les permettant. On ne consomme pas de l'électricité pour la seule finalité en soit de consommation, on la consomme par exemple en mettant en marche des appareils électroménagers pour pouvoir faire le ménage ou la cuisine.

Les seules informations dont dispose le consommateur sont généralement émises au moment de la facturation de sa consommation, reçue de manière mensuelle voir annuelle. Sans l'installation des nouveaux compteurs intelligents, le suivi exact de celle-ci n'est pas encore possible, et les données qui nous sont présentées sont généralement basées sur des estimations. Il faut attendre la relève du compteur par un technicien, plusieurs mois plus tard pour avoir un retour sur sa consommation véritable. Quand bien même, ce retour s'avère tout de même être déconnecté des pratiques quotidiennes, qu'il agrège en une unique donnée totale.

L'implantation des Smart Grids et des nouveaux compteurs communiquant permettra de lever le voile sur sa consommation électrique et de lier à un comportement particulier une conséquence ou un résultat, que ce soit sur sa facture énergétique ou sur les impacts environnementaux. La sensibilisation fournira à l'utilisateur un ensemble d'informations nécessaires au développement d'une culture de l'énergie et à la compréhension plus fine de sa consommation et de son coût, conditionnant la prise de conscience et la généralisation de pratiques de consommations maîtrisées. Plus averti et mieux renseigné, le consommateur jusqu'alors passif pourra ainsi devenir un véritable « acteur » ayant un impact sur le fonctionnement global du réseau électrique et contribuant significativement à l'équilibre entre l'offre et la demande. C'est le concept de « consomm'acteur ». En allant plus loin, il pourra même devenir producteur d'électricité grâce à des moyens de micro-production issu d'énergies renouvelables, comme par exemple via l'installation de panneaux photovoltaïques à son domicile.

### **1.2.1.3. Un problème d'adoption plutôt qu'un problème d'acceptation**

Selon Sylvie Faucheu (2015), professeur des universités en sciences économiques au CNAM-Paris, « *les Eco-Innovations radicales, telles que les Smart Grids, sont porteuses de ruptures susceptibles de changer les modes de production, de consommation et de style de vie par le biais de nouvelles trajectoires technologiques. Ce type d'innovation est souvent plus complexe et susceptible d'impliquer des changements non technologiques et de mobiliser divers acteurs* ». Cependant, la remise en cause du rôle de l'utilisateur n'est pas toujours bien accueillie par celui-ci, pouvant se montrer passif face à ces nouveaux usages, voir même en opposition. La diffusion de la connaissance et de l'information n'est pas immédiate ni ne touche tous les utilisateurs de la même manière, et l'engagement de ceux-ci tant à changer leurs habitudes ou leurs modes de consommation, qu'à adopter l'utilisation de nouveaux produits ou services, est loin d'être automatique.

On parle souvent « d'acceptation » des projets ou des solutions Smart Grid, en référence à nombreux d'entre eux qui rencontrent une opposition ou un désintérêt de la part des utilisateurs ou des usagers ciblés. Cette opposition met dans l'embarras voir compromet le bon déroulement de projets démonstrateurs Smart Grids, et « *la notion d'acceptation sociale est alors convoquée pour comprendre les motifs sociaux de rejet et, après identification, pour trouver des dispositifs de contournement ou de*

compensation afin d'entraîner une adhésion au projet proposé qui pourra conduire à sa mise en œuvre » (F. Rychen et P. Fournier 2015).

Benoit Granier (2015) précise que « dans ce contexte, l'acceptabilité sociale est alors considérée comme un impératif, une contrainte voire un obstacle qu'il convient de prendre en compte ». Traduite ainsi, « l'acceptabilité » ne serait que la désignation d'un enjeu de gestion d'un problème exogène au projet, et dont les sciences sociales et psychologiques seraient l'outil technique permettant de le solutionner. Outils alors utilisés pour identifier et définir des actions à mettre en place susceptibles de « faire comprendre la rationalité profonde du projet et ainsi de faire disparaître la majorité des oppositions » (F. Rychen et P. Fournier 2015).

Raufflet (2014) confirme cette vision en mentionnant le fait que le contenu de nombreux manuels d'acceptabilité sociale met en avant toujours les mêmes types de solutions, promouvant l'amélioration des relations avec les parties prenantes, la diffusion d'informations, la médiation, la transparence etc... Or, ces techniques aussi importantes soient-elles, ont toute pour point commun d'être centrées uniquement sur l'entreprise ou le produit développé, et présupposent que la technologie ou le projet est forcément légitime et nécessaire au client. Ces mêmes entreprises ou porteurs de projet, qui, convaincus du bien-fondé des propositions qu'ils apportent aux usagers, considèrent évidemment celles-ci comme vecteur d'un grand intérêt et d'une forte proposition de valeur.

Gaëtan Brisepierre, dans un séminaire portant sur « L'acceptabilité sociale de la transition énergétique à l'acceptabilité de la sociologie par les organisations » met ainsi en avant qu'il faudrait cesser d'imputer la responsabilité exclusivement aux usagers, et, questionner plutôt les projets et leur mise en œuvre. Il illustre cette invitation par l'exemple de la réception de l'un de ses rapports sur une enquête auprès des habitants d'un projet de bâtiments à basse consommation énergétique. En effet, lors de cette enquête, il y est relaté un certain niveau d'inconfort thermique de la part des habitants, qui vont même pour certains jusqu'à utiliser des chauffages d'appoint en compensation. Or, lors de la réception de cette enquête, un certain nombre de critiques sont émises, dont parmi elles, la contestation de la réalité des situations d'inconfort recueillies à travers le discours des habitants. Cette contestation est formulée sur la base des courbes de mesure des températures dans les habitations, qui indiquent que dans plus de 95% du temps, les températures y étaient supérieures à 19°, et que par conséquent, les habitants ne « pouvaient pas » avoir froid. Cette exemple traduit ainsi la différence et l'écart qu'il peut y avoir concernant la vision des porteurs d'un projet lors de la conception de celui-ci et la réalité du terrain.

Ainsi, on peut considérer que l'opposition rencontrée dans certains projets vient alors principalement du fait d'un mauvais calibrage de ces derniers, qui n'intègrent qu'une vision à sens unique (leur vision) des enjeux et des solutions qu'ils apportent, sans véritablement la confronter à la réalité des utilisateurs ou aux phénomènes psychologiques, socio-économiques et culturels qui les animent. La notion d'acceptabilité intervient alors ex-post pour d'une certaine manière « faire aboutir au chausse-pieds » des procédés par définition mal conçus et en inadéquation avec les attentes des utilisateurs. Et ce, alors même que les porteurs de celui-ci s'avèrent pourtant convaincus de la crédibilité et de la robustesse de leur modèle technico-économique. Il y a donc une nécessité d'incorporer ces considérations comportementales dès les premières étapes de la construction du projet, plutôt que

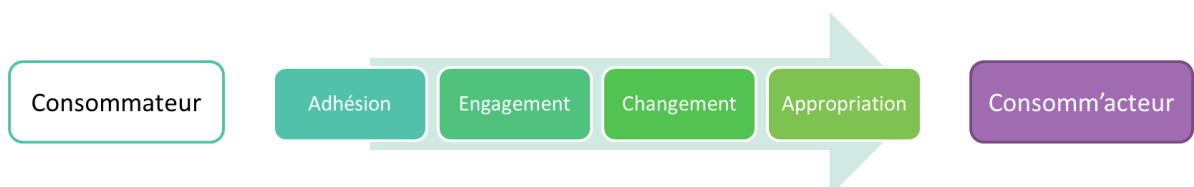
de les ajouter a posteriori et de risquer de remettre en cause toute la structure de son modèle et opérer des changements trop coûteux.

Le terme d'acceptation renvoie à une connotation négative ou tout du moins passive, dans le sens de la tolérance des individus. Dans celui-ci, l'utilisateur se voit imposé une technologie ou un produit, dont le gestionnaire doit au contraire l'en convaincre du bien-fondé. Elle suit une logique externe vis-à-vis de l'utilisateur, or ce n'est pas là l'essence du nouveau paradigme mis en avant par les Smart Grid, et qui porte au contraire le souhait d'un utilisateur acteur du système dont il est l'un des maillons. Les Smart Grids devraient donc se concevoir davantage comme un processus de co-construction respectant les aspirations de tous les partis. Ainsi, il semble plus approprié de parler « d'adhésion » aux nouvelles solutions Smart Grid plutôt que d'acceptation. L'adhésion renvoie à une connotation d'avantage pro-active et de volontarisme, de la part d'un utilisateur, qui fait la démarche d'adhérer au concept dans l'optique et l'intention d'utiliser les produits ou services fournis (ou tout du moins de les essayer).

#### 1.2.1.4. Le processus d'adoption et le passage d'un consommateur passif à un « consomm'acteur »

Maintenant qu'il a été mis en évidence l'importance d'envisager la diffusion des Smart Grids auprès des consommateurs en terme « d'adoption », il est nécessaire de s'intéresser aux différentes phases de ce processus.

**Figure 9 : Les différentes phases de l'adoption des consommateurs (élaborée par l'auteur)**



On peut ainsi identifier 4 phases distinctes dans le passage d'un statut de consommateur passif à celui d'un consommateur actif. Ces quatre phases exposées dans la figure 9, constituent quatre enjeux, auxquels devra répondre la mise en œuvre des projets, afin de s'assurer de l'entière adoption de la part du consommateur, à un projet, un service, ou une technologie Smart Grid.

La première de celle-ci est la phase d'adhésion. L'enjeu ici est que le consommateur intègre le projet démonstrateur Smart Grid et s'équipe (ou accepte d'être équipé) de la technologie ou des équipements qui lui sont proposés. Il faut pour cela arriver à l'accrocher et proposer une offre et une proposition de valeur suffisamment clair et lisible.

La seconde phase correspond à l'émergence d'une volonté d'engagement du consommateur à s'intéresser, et se servir de cette nouvelle technologie ou des

services qui l'accompagnent. Par ce fait, il doit entamer un processus de modification de ses habitudes qui remet en cause certains aspects de son mode de vie.

Dans la troisième phase, il n'est plus question ici de tentative ou de volonté et l'on observe un véritable changement de comportement. C'est à partir d'ici que l'on peut considérer que le consommateur adopte véritablement les nouveaux usages qui lui sont proposés. Cette phrase cependant revêt une dimension de court termes et n'implique pas nécessairement que ce changement soit durable dans le temps.

Enfin, la dernière étape est identifiée comme celle de l'appropriation. Elle correspond au maintien durable des changements de comportement opérés, y compris bien après que le projet dans lequel il était impliqué ne soit terminé. Cette dernière étape est particulièrement difficile car un changement de comportement sur le long terme traduit une évolution dans les normes et les valeurs personnelles de l'individu.

### **1.2.2. Les explications sociaux-économiques qui motivent le processus d'adoption**

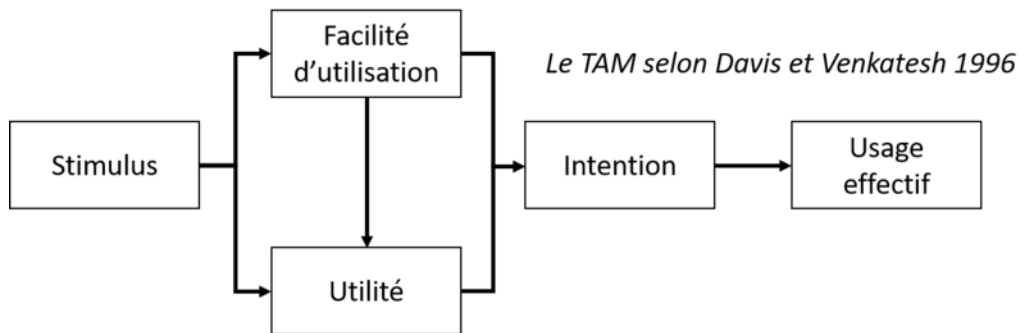
L'explication des 4 phases du processus d'adoption des technologies Smart Grids vu précédemment nécessite la compréhension d'un ensemble de facteurs sociaux-économiques motivant les utilisateurs. A l'aide des modèles d'acceptation de la technologie de Davis et de Park, nous étudierons l'apport de la facilité d'utilisation et de l'utilité perçue pour expliquer certaines réactions. Enfin nous discuterons également de l'ensemble des variables exogènes agissant sur ces deux facteurs que nous avons pu identifier.

#### **1.2.2.1. L'influence de la facilité et de l'utilité perçue : Le modèle d'acceptation de la technologie (Davis et Al. 1996)**

Développé en 1989 puis révisé en 1996, le modèle d'acceptation de la technologie est utilisé pour comprendre et prédire le comportement d'un utilisateur face à une nouvelle technologie de l'informatique et des communications, et l'utilisation qu'il en fera. Il exprime les raisons de l'acceptation ou du refus d'utiliser ces technologies au travers de deux principaux facteurs : la perception de l'utilité et la perception de la facilité d'utilisation.



**Figure 10 : Le modèle d'acceptation de la technologie (TAM : Technology acceptance model, Davis et Al. 1996)**



Comme exposé dans la figure 10, la facilité d'utilisation perçue est définie comme le degré de conviction qu'une technologie sera facile à prendre en main et à utiliser. Au plus son apprentissage sera rapide et intuitif, au plus la valeur accordée à la facilité d'utilisation perçue sera grande.

L'utilité perçue quant à elle correspond au degré de conviction attribué par l'utilisateur à la technologie, que cette dernière permettra d'améliorer son rendement au travail. Cependant, la facilité d'utilisation d'une technologie peut également agir sur l'utilité considérée par l'utilisateur. Ainsi, au plus une technologie sera facile à utiliser, au plus l'utilité perçue sera grande. Inversement, si une technologie paraît trop complexe d'utilisation, l'utilisateur ne verra pas le plein potentiel de celle-ci et lui attribuera une utilité moindre.

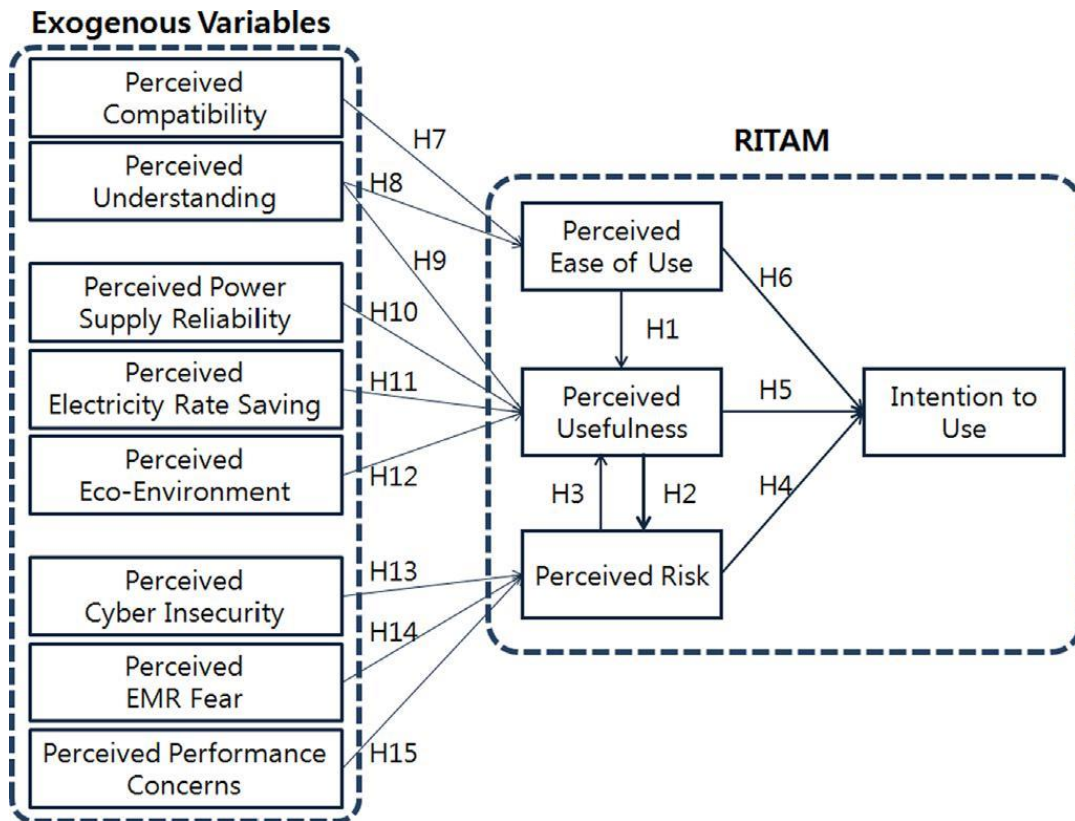
Influencées par un ensemble de facteurs externes (la norme, l'image que l'on se fait de la technologie, la démontrabilité des résultats, la pertinence pour les tâches à effectuer ainsi que la qualité du travail fourni), ces deux variables influencent à leur tour l'intention de l'utilisateur d'utiliser une technologie.

#### **1.2.2.2. L'application au domaine des Smartgrids : Le modèle RITAM de Park et al.**

Afin de l'appliquer au domaine des Smart grids, Park et al. ont tenté de faire évoluer le modèle de Davis, et ont mis en évidence la nécessité de considérer dans l'analyse TAM, le risque perçu par l'utilisateur. Pour eux, il existe des facteurs subjectifs particulièrement influents, et liés aux Smart grids en ce qui concerne la notion de risque perçu.

Ils proposent donc un modèle (RITAM) dans lequel la perception du risque des utilisateurs a un impact négatif sur l'utilité perçue ainsi que sur l'intention d'utiliser la technologie. Sont également justifiées les principales variables exogènes et propres au domaine des Smart grids, impactant les 2 facteurs principaux du TAM de Davis (utilité et facilité d'utilisation perçues), ainsi que celles impactant le facteur de risque.

Figure 11 : Modèle RITAM (Park et al. 2014)



Le modèle RITAM présenté par la figure 11, reprend l'architecture principale du modèle de DAVIS, voulant que la facilité d'utilisation perçue impacte positivement l'intention d'utiliser la technologie (H6), mais impacte aussi la perception de l'utilité (H1), qui à son tour, influence l'intention d'utiliser la technologie (H5). Il rajoute cependant un effet négatif de la part d'un nouveau facteur (la perception du risque des utilisateurs), à la fois directement sur l'intention d'utiliser la technologie (H4), mais aussi sur la perception de l'utilité qu'il en a (H2). Au plus le risque d'une technologie est perçu, au moins le sera l'utilité. Cependant, le modèle met aussi en évidence un effet inverse, voulant qu'au plus un utilisateur accordera une utilité importante à une technologie, au moins il en percevra les risques (H3).

A ces six hypothèses d'effets, s'en rajoute neuf autres, traduisant toutes un effet positif d'une variable exogène sur une variable du modèle RITAM.

### Facilité d'utilisation perçue

*Compatibilité perçue* : La compatibilité de la technologie avec d'autres technologies existante ou bien des plus anciennes permet à l'utilisateur de se familiariser et d'accepter plus rapidement l'utilisation du nouvel outil, car son utilisation peut renvoyer à des concepts, des connaissances, des habitudes ou des pratiques similaires auxquels il peut se raccrocher. Elle influence également positivement la

facilité d'utilisation (H7) et de mise en place du fait qu'elle puisse permettre d'éviter de devoir racheter l'ensemble des équipements avec qui elle est en interaction.

*Compréhension perçue* : Au moins un utilisateur comprendra la technologie, au moins il aura envie de faire l'effort de s'y intéresser, car elle lui apparaîtra comme quelque chose d'obscur et de trop complexe. A l'inverse, plus l'utilisateur pense avoir une bonne connaissance et compréhension de la technologie, moins il l'estimera complexe à utiliser (H8). S'il est en connaissance de plus d'éléments relatifs à celle-ci, il sera également plus à même à cerner davantage l'ensemble des usages et des avantages qu'elle peut lui offrir. C'est pourquoi la compréhension perçue peut influencer la perception de l'utilité retirée (H9).

A noter que l'on pourrait ici également rajouter un effet de la compréhension de la technologie sur la perception des risques, en considérant qu'une mauvaise compréhension peut mener à une perception accrue irrationnelle des risques. (KRISHNAMURTI 2012)

### **Utilité perçue**

*Fiabilité d'alimentation perçue* : Selon les recherches menées par Park et Al (2014) sur différents sondages ou enquêtes menées, la fiabilité de l'alimentation revient régulièrement comme étant l'une des caractéristiques du réseau les plus sollicitées par les utilisateurs. Elle se caractérise comme la réduction du nombre de panne et de leur durée, la détection des problèmes sur le réseau ou des dommages causés au matériel et est supposée avoir un effet positif sur la prise de conscience de l'utilité des technologies Smart Grid (H10).

*Taux d'économie d'énergie perçue* : C'est la variable qui est censée avoir l'effet le plus directe sur l'utilité perçue (H11) des technologies Smart Grid. Un sondage de Accenture (2011) mené auprès de 10199 participants dans plus de 18 pays, fait état que pour près de 91% des répondants, les économies sur la facture d'électricité représentaient le facteur le plus important dans l'utilisation d'un programme de gestion de la consommation d'énergie.

*Perception de l'éco-environnement* : Ce critère renvoie aux préoccupations croissantes concernant le réchauffement climatique et la nécessité d'évoluer vers une société plus respectueuse de l'environnement. A mesure que l'intérêt collectif pour les préoccupations environnementales augmentent, l'utilité accordée à une technologie plus écologique augmente (H12)

### **Les risques perçus**

*Les risques en matière de cyber-sécurité et de confidentialité des données* : C'est une des préoccupations majeures des individus qui revient régulièrement dans les enquêtes d'opinion réalisées ou bien dans les revendications des opposants aux projets Smart grids. Bien que de nombreux organismes recueillent, utilisent, traitent ou cèdent déjà nos données personnelles, le caractère intimiste que revêt le cadre de l'habitation et du lieu de vie semble particulièrement préoccuper les utilisateurs. En effet, leur récolte est considérée pour certains comme une nouvelle invasion ou une menace de leur intimité et de leur vie privée. Au cours d'une enquête menée par Balta Ozkan (2013), celui-ci interroge des groupes de travaux composés de consommateurs lambda et d'experts du domaine énergétique, sur des questions liées au domaine des Smart Grids. Les participants du groupe de travail de

consommateurs lambda ont exprimé leur préoccupation quant à la précision des informations recueillies par des tiers, qui permettent désormais d'avoir connaissance des routines quotidiennes, de l'occupation de l'habitat etc... Ils ont en outre, peur du fait qu'elles puissent tomber entre de mauvaises mains ou qu'elles puissent être piratées par une personne malveillante (H13). Egalement, les participants ont exprimé leur mécontentement face à une société qui collectait et détenait déjà trop de ces informations. Ils craignent que les entreprises responsables de cette nouvelle collecte (vis-à-vis des Smart Grids) puissent, comme le font bon nombre d'autres organismes, utiliser et vendre ces données. Des données qui plus est obtenues bien souvent gratuitement et sans contrepartie ni transparence pour les utilisateurs. Au final, ils se demandent si les avantages concédés surpassent réellement les inconvénients et si toute cette information collectée est vraiment nécessaire.

*La peur des ondes des compteurs électriques :* Les rayonnements électromagnétiques émis par le fonctionnement des nouveaux compteurs intelligents, sont à l'origine d'un sentiment de peur et de risque (H14) sanitaires grandissant dans la société. De nombreux mouvements contestataires naissent alors dans plusieurs pays, et tout particulièrement en France, où l'installation du Linky fait débat.

L'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (Anses) a toutefois rendu son avis en décembre 2016 et conclu à « *une faible probabilité que l'exposition aux champs électromagnétiques émis par les compteurs communicants radioélectriques (gaz et eau) et les autres (électricité), dans la configuration de déploiement actuelle, engendre des effets sanitaires à court ou long terme.* ». Elle précise également que « *l'exposition émise est comparable à celle d'autres équipements électriques déjà présents dans les foyers depuis de nombreuses années, comme les télévisions ou les chargeurs de portables* ».

Il en est de même pour l'Agence nationale des fréquences (ANFR), également sollicitée, qui mentionne dans son rapport de septembre 2016 que les valeurs relevées dans champs électromagnétiques émis, en laboratoire, mais aussi en habitat, se situent largement en dessous des limites réglementaires.

Cependant, cela ne suffit pas à apaiser les craintes des opposants liées, à l'installation de ces nouveaux compteurs. Ces derniers continuent de soutenir l'idée, se basant sur des témoignages et sans réel fondement scientifique à l'appui, de la nocivité de cette technologie et de la nécessité de poursuivre les études sanitaires à leur sujet avant d'imposer son déploiement général. Cette gronde grandissante s'installe même désormais sur la scène du débat public, où de plus en plus d'élus locaux prennent position aux côtés de leurs administrés. Le site POAL (Plateforme opérationnelle Anti-Linky), résolument engagé contre le déploiement du compteur d'ENEDIS, et fédérant une partie des mouvements d'opposition, recensait, documents municipaux à l'appui plus de 300 communes ayant pris des dispositions face au déploiement du Linky.

*Problèmes de performances perçus :* Les personnes interrogées lors des entretiens de l'étude de Balta-Ozkan (2013) font état d'une inquiétude concernant l'évolution vers le tout numérique des modes de vie, trop dépendant de la technologie et de sa fiabilité. Ils craignent un accroissement de la vulnérabilité face aux coupures, aux défaillances, aux dysfonctionnements etc... Mais aussi une augmentation des coûts de réparations car les nouvelles technologies de l'informatique et de la communication sont plus difficiles à réparer soi-même et nécessitent bien souvent de devoir faire appel à des techniciens spécialisés. Il y a donc un sentiment de perte

de contrôle, en plus de celui des risques liés à la fiabilité de la technologie (H15). Enfin, beaucoup d'appareils deviennent interdépendants du fonctionnement d'une technologie agrégative. Si un appareil de pilotage à distance tombe en panne par exemple, cela affecte l'ensemble de l'utilisation des appareils qui y sont reliés, alors même que ces derniers n'ont pas de problème particulier.

### **1.2.2.3. Deux apports de la littérature permettant d'enrichir le modèle RITAM: Le caractère excluant de la technologie et la confiance perçue**

L'étude de la littérature présentée en Annexe 1 permet d'apporter un éclairage sur deux variables absentes du modèle précédent, mais revêtant cependant un caractère notable dans les intentions d'usage des nouvelles technologies Smart Grids.

Tout d'abord, il est question du caractère excluant ou divisant, de la technologie. Il a été mis en évidence par les groupes de travail de Balta Ozkan (2013) que les technologies des maisons intelligentes pouvaient revêtir un caractère de division sociale. En effet, tout le monde ne serait pas égal face aux possibilités, aux usages et par conséquent aux bénéfices qu'elles pourraient apporter. Nombre de participants s'inquiètent du fait que ces technologies soient davantage pertinentes pour des ménages aisés. Ces derniers auraient tendance à posséder beaucoup plus d'appareils à piloter et des maisons mieux adaptées, ou bien alors ont tout simplement les moyens financiers nécessaires pour réaliser les adaptations. Les foyers les plus modestes à l'inverse ne pourraient eux, pas profiter du plein potentiel des Smart Grids. Certains des participants considèrent également ces nouveaux objets connectés comme un luxe, incompatibles avec tous les types de logement, et notamment les plus anciens pour lesquels l'adaptation serait difficile et coûteuse. Enfin, il est également mentionné que les nouveaux logements construits et intégrant de base ces technologies, ne sont pas au goût de tout le monde et sont considérées par certains comme « gadgets », « insipides » ou encore comme « manquants de caractère ».

La technologie exclurait également ceux qui n'ont pas les connaissances ou les affinités nécessaires avec l'informatique, tels que certains ménages des plus pauvres, ou encore les personnes âgées. De plus, ces individus suivent avec difficultés les avancées technologiques et sont moins susceptibles de posséder les équipements supports nécessaires tels que des smartphones, des tablettes ou des ordinateurs. En outre, ce cette mauvaise compréhension naît également de l'appréhension et des craintes, notamment vis-à-vis des possibilités de pilotage à distance, de sécurité des informations etc...

Le second apport concerne la confiance perçue par les utilisateurs. Huijts et al (2012) met en évidence que l'évaluation de la technologie elle-même, mais aussi la manière de sa mise en œuvre peuvent influencer l'acceptation des utilisateurs. Lorsque les gens n'ont pas beaucoup de connaissances sur une technologie tout d'abord, ils ont tendance à se laisser influencer par des idées reçues, parfois erronées, la concernant. Le JRC (Social dimension of Smarts Grids, 2013), appuie l'idée qu'un manque de confiance des consommateurs dans les nouveaux systèmes entrainera une incapacité à saisir tous les avantages potentiels qu'il peut leur offrir. Inversement,

une confiance accrue pourra entraîner une évaluation plus positive des coûts, des risques et des avantages.

De plus, la confiance peut aussi souvent dépendre des acteurs qui sont responsables du développement ou de la mise en œuvre de la technologie. Pour les acteurs tout d'abord, il convient de noter que leur réputation a un rôle important à jouer, notamment dans les questions liées à la protection des données personnelles ainsi qu'aux sujets sanitaires. L'importance accordée par les individus à ceux-ci s'exprime d'ailleurs au travers des phénomènes de contestation mentionnés précédemment. Concernant la mise en œuvre, les individus jugeront la manière dont se déroule le processus ; s'il fait preuve de transparence, ou est-il installé, par qui, s'il respecte leurs attentes etc... Cette confiance peut ainsi dépendre de l'équité perçue quant au processus de décision de la mise en œuvre de la technologie ou du projet, la répartition des coûts, des risques ou des avantages. Si un consommateur n'a pas confiance en l'acteur qui développe la technologie, il peut estimer que l'échange n'est pas équitable, voir qu'il ment, ou dissimule l'entière vérité sur ses intentions et les profits qu'il réalisera par cette installation. Au plus l'équité perçue par les utilisateurs sera élevée, au plus il y aura un accroissement de la confiance qu'ils accordent et donc de leur acceptabilité. En reprenant le modèle RITAM, la confiance peut donc tout aussi bien influencer directement l'intention d'usage des consommateurs, mais on pourrait également lui attribuer un impact sur la perception des variables exogènes relevées.

### **1.2.3. Les explications psychologiques qui motivent le processus d'adoption**

Si certaines éco-innovations sont mises en œuvre de manière relativement fluide et transparente dans la société, d'autres rencontrent parfois diverses résistances de la part du public. Cette résistance peut compromettre la mise en œuvre des projets et même la réalisation de certains objectifs sociaux ou environnementaux. Toutefois, elle n'est pas obligatoirement caractérisée par une opposition ou une méfiance affichée envers la technologie. En effet, elle peut tout simplement résulter d'une indifférence ou d'une passivité à l'égard de celle-ci, et d'un manque d'intérêt ou de conviction à l'utiliser. Steg (2013) souligne l'importance d'entrevoir les systèmes ou les politiques énergétiques comme un domaine interdisciplinaire, en lien étroit avec la psychologie et non uniquement centré autour de la technologie et des sciences naturelles. Elle met en évidence qu'il ne suffit pas (bien que nécessaire) d'informer les individus ou de fournir des connaissances pour déclencher une adhésion ou un changement de comportement de la part du consommateur. Il faut que la connaissance fournie corresponde ou résonne avec les croyances et les valeurs des individus. Si elle n'est pas conforme, alors les informations fournies risqueront d'être ignorées et ne provoqueront pas les effets attendus.

Dès lors, comprendre les facteurs psychologiques clés qui motivent les individus, apparaît comme primordial pour développer des stratégies réussies. Au travers des principales théories utilisées pour expliquer les comportements environnementaux, cette section développera donc comment les valeurs, les croyances, et les contextes sociaux, influencent la manière dont le consommateur élabore ses choix et ses actions.

### 1.2.3.1. La théorie du choix rationnel et ses limites

Pour commencer, il convient de s'intéresser aux modèles faisant appel à la notion de « choix rationnel ». Ces théories sont très largement utilisées dans la littérature, mais aussi de manière pratique, pour expliquer le comportement des individus dans nos sociétés modernes et occidentales. Elles mettent en avant que les consommateurs prennent des décisions de manière rationnelle en calculant les coûts individuels et les bénéfices des différentes actions ou issues possibles. Ils choisissent ensuite celle qui maximisera ses bénéfices avec le plus haut niveau de fiabilité. Ces théories partent de l'hypothèse que le comportement humain est essentiellement, si ce n'est exclusivement, explicable par l'intérêt personnel. Elles supposent également que le processus de délibération qui détermine les choix est un processus rationnel, et que cette rationalité provenant des préférences des individus est une variable exogène prise en tant que donnée, sans information sur ses origines.

Le processus de détermination des choix se fait en deux étapes. Tout d'abord, celle d'apprécier et quantifier les résultats que l'on attend de chacun d'eux, quant à la seconde elle consiste en l'évaluation subjective de ces résultats.

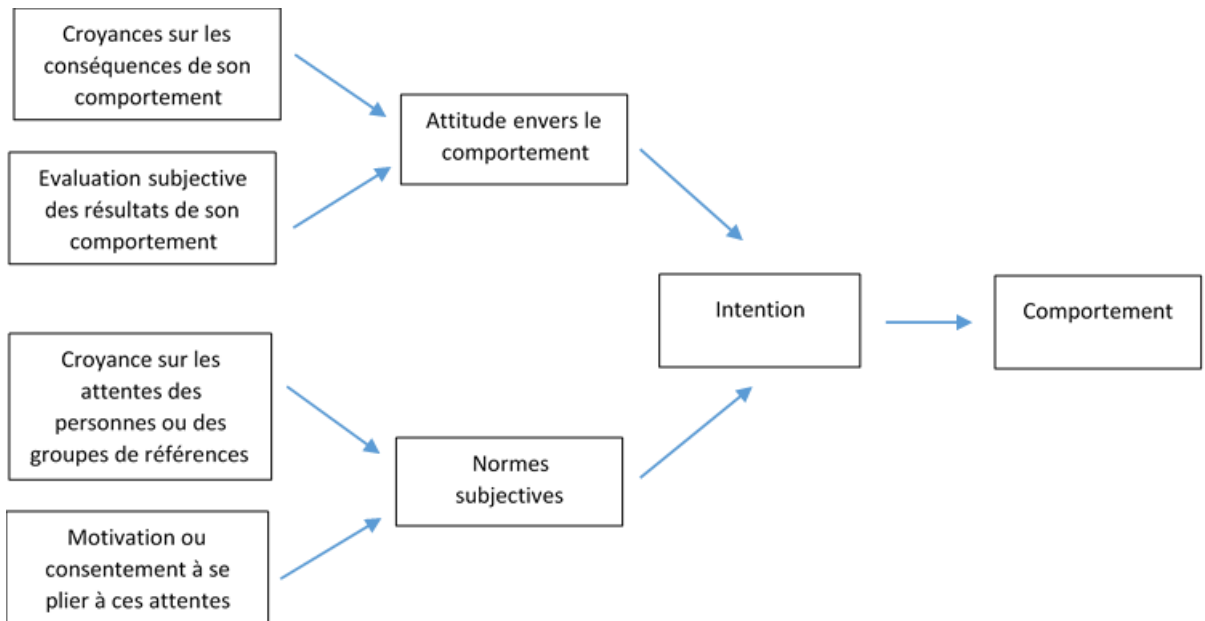
Deux enseignements majeurs pour les décideurs sont généralement mis en avant par ces théories. Le premier préconise la fourniture de d'avantage d'information aux consommateurs afin qu'ils puissent faire le choix le plus éclairé possible. Le second est de mettre en avant les coûts sociaux (souvent invisibles) parmi les informations fournies aux consommateurs pour qu'ils puissent les internaliser dans leur processus de décision.

La théorie des choix rationnels a cependant été très largement critiquée dans la littérature. On retrouve parmi elles, trois critiques fondamentales. Tout d'abord, une personne ordinaire, au quotidien, n'est pas capable d'apprécier l'ensemble des informations requises pour établir ses choix dans la plus stricte rationalité. Selon Simon (1972), il y a des limites cognitives dans ce que nous pouvons traiter et nous recourons au quotidien à tout un ensemble d'approximations ou de raccourcis mentaux qui réduisent la quantité d'information et de traitement nécessaire. La seconde est une critique de la notion de l'individualisme, remis en cause par l'ensemble des contextes sociaux et des normes morales limitant la mesure dans laquelle l'expression de l'intérêt personnel peut s'opérer. Enfin, la dernière critique est celle de l'interférence des réponses affectives (et donc par définition irrationnelles) dans les choix des individus. Ce concept, particulièrement utilisé en matière de marketing, nous enseigne que les émotions sont un vecteur particulièrement fort de la décision d'achat ou de comportement des consommateurs.

### 1.2.3.2. Les théories de l'action raisonnée et de l'action planifiée

Développé par Martin Fishbein et Icek Ajzen à la fin des années 1970, la théorie de l'action raisonnée place « l'intention » de l'individu d'effectuer une action, au cœur de son comportement. Pour cela, elle reprend le concept de la construction d'une valeur de « l'espérance » de la part de l'individu, c'est-à-dire que, tout comme dans la théorie des choix rationnels, les personnes se comportent en fonction de ce qu'ils espèrent, ou ce qu'ils attendent, d'une situation ou d'un comportement donné.

Figure 12 : Théorie de l'action raisonnée (adaptée de Ajzen et Fishbein, 1970)

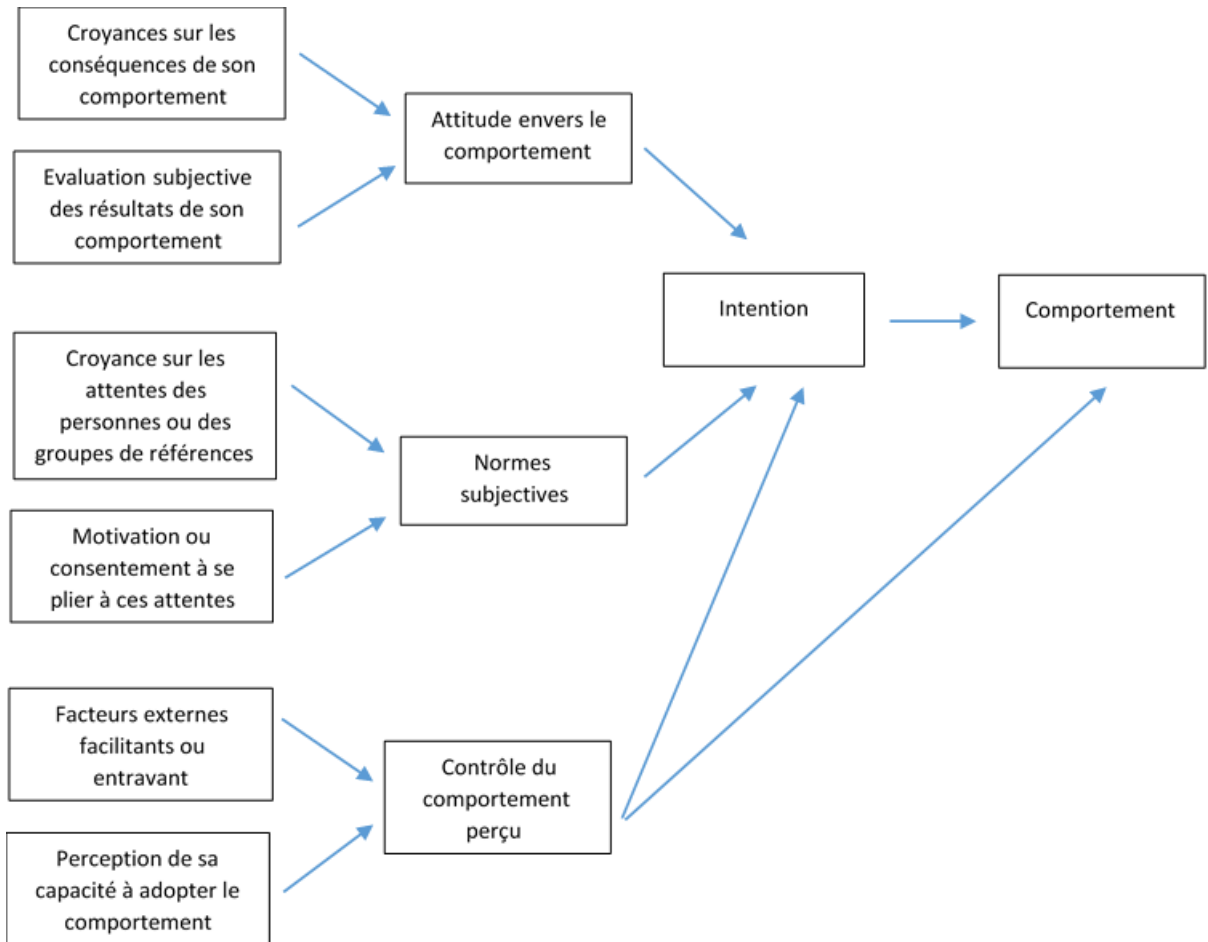


Selon la figure 12, cette attitude envers un comportement est formée par les croyances au sujet des conséquences de l'engagement dans celui-ci, et de l'évaluation subjective de ces résultats. Un deuxième facteur vient cependant apporter une influence majeure sur l'intention d'agir des personnes, c'est celui des normes subjectives. Ainsi, les auteurs précisent que celui-ci relève de la perception par un individu de ce que pensent les personnes importantes ou les groupes de référence, autour de lui, sur ce qu'il devrait ou non, faire. Cette perception est caractérisée par trois éléments. L'opinion réelle de ces personnes. Comment l'individu l'interprète. Et enfin, à quel degré consent-il à s'y conformer.

Cependant, Ajzen émettra lui-même la critique quelques années après, que l'hypothèse que le comportement découle directement et sans entrave, de l'intention de l'adopter, ne peut être vérifié constamment. Si les individus ont effectivement un contrôle total sur la réalisation de leur action, l'intention d'agir peut dans ces circonstances s'avérer être un indicateur fiable. En revanche, si au contraire, l'individu n'a qu'un contrôle partiel, alors il faut prendre en compte de nouveaux facteurs.



Figure 13 : Théorie de l'action planifiée (adaptée de Ajzen, 1991)



Une des variantes de la théorie de l'action raisonnée, est la théorie de l'action planifiée, développée par Ajzen en 1991 et présentée par la figure 13. Elle propose d'intégrer une troisième variable permettant de considérer les comportements qui ne peuvent pas être modifiés activement et entièrement par le sujet. Cette nouvelle variable nommée « contrôle du comportement perçu » fait référence à « la facilité ou la difficulté perçue d'exécuter le comportement souhaité, et est supposée refléter l'expérience passée ainsi que les obstacles perçus ». La perception du contrôle traduit donc la présence de facteurs externes, comme la nécessité de mobilisation de ressources, des habiletés spécifiques, mais aussi la perception de l'individu de sa propre capacité à adopter le comportement en question. Par exemple, quelqu'un qui est confiant quant au fait qu'il saura utiliser convenablement les nouvelles technologies de système de gestion énergétique à domicile (comme les thermostats intelligents), ou encore qui est confiant quant au fait qu'il arrivera à tirer avantage d'un nouveau mode de tarification dynamique souscrit auprès de son fournisseur d'électricité, sera plus susceptible de persévérer et de réussir que quelqu'un qui doute de ses capacités à le faire.

La théorie de l'action raisonnée et de l'action planifiée ont été largement utilisées et appliquées à un large éventail de domaines, notamment concernant les comportements pro-environnementaux. Une de ces applications récentes est la tentative d'évaluation des politiques publiques de promotion et de développement des compteurs intelligents au Royaume Uni, par Zhang et Nuttall en 2011. Dans cet

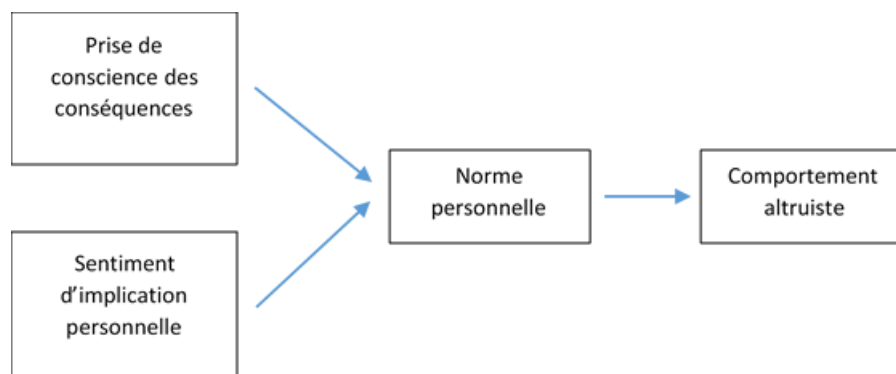
essai, les auteurs construisent un modèle basé sur celui de la théorie du comportement planifié afin de comprendre le processus et la dynamique de diffusion d'une telle innovation dans différentes options possibles, et les relations entre agents et entreprises de réseau. Ils démontrent le pouvoir prédictif de celui-ci et mettent en avant que les résultats obtenus lors de leurs simulations, concordent avec des phénomènes réels observés. Au final, ce modèle leur permet d'asseoir une analyse à un niveau micro et non macro (comme beaucoup d'autres modèles), et de comprendre comment, le comportement des entreprises d'électricité (influencé par les politiques publiques), et l'interaction de ces entreprises avec les consommateurs résidentiels, conduisent à la dynamique de diffusion observée des réseaux intelligents. Grâce à cette compréhension, il leur est alors possible de fournir des recommandations utiles et efficaces en matière de politique publique à adopter.

### 1.2.3.3. Les théories de la conduite morale et normative

Au sein des modèles de choix rationnels, la question de l'influence de considérations morales et normatives était supposée être reflétée par l'intérêt individuel. Dans les théories précédentes de valeurs anticipées, le concept de norme subjective ne vient expliciter qu'une partie de ces phénomènes et leurs origines, et ne se concentre que sur les croyances de l'individu sur la façon dont les autres attendent qu'il se comporte. Or il existe de nombreuses autres implications, dont il apparaît nécessaire de se saisir.

Parmi elles, la théorie de la norme altruiste ou « norm activation Model » de Schwartz en 1977, représentée par la figure 14, stipule que l'émergence d'un comportement dit « altruiste » ou pro-social, est déterminé par la norme personnelle de chacun. Cette norme est différente de la norme subjective vue précédemment et correspond à un sentiment d'obligation morale, personnelle, à agir d'une certaine manière. Cette norme se construit au travers de deux grands facteurs d'influence. Le premier est la prise de conscience de l'existence et des conséquences d'un problème ou d'un enjeu. Comme par exemple la nécessité d'évoluer vers des mix énergétiques décarbonnés pour notre consommation d'électricité, en réponse aux problèmes de réchauffement climatique. Le second est le sentiment d'une implication ou d'une responsabilité personnelle dans ces conséquences, découlant directement de son comportement.

**Figure 14 : Théorie de la norme altruiste, adaptée de Schwartz 1977**



Ainsi, un comportement conforme à ses normes personnelles induira un sentiment de fierté, alors qu'un comportement qui irait à l'encontre de cette norme personnelle

induirait un sentiment de culpabilité. La sensibilisation aux conséquences est alors importante, cependant, pour reprendre la formulation de Steg (2013) mentionnée plus haut, ce n'est pas parce que l'on fournit de l'information aux individus, que ceux-ci en tiendront compte. Il faut nécessairement qu'ils aient le sentiment d'une implication personnelle dans ces résultats, car si la personne attribue l'entière responsabilité à des tiers, alors les informations transmises seront ignorées, et il y a peu de chance qu'il change son comportement. Enfin, Schwartz précise également que les deux facteurs mentionnés n'agissent pas uniquement sur la définition de la norme personnelle, mais qu'ils renforcent également positivement le lien qui existe entre celle-ci et l'étape du changement comportemental. En d'autres termes et pour continuer l'exemple ci-dessus :

Plus le consommateur sera familier avec les problèmes environnementaux et la nécessité de favoriser le développement des énergies renouvelables, plus il aura conscience que sa propre consommation personnelle peut avoir une influence directe sur la charge et l'équilibrage du réseau électrique. Il s'agira d'une influence négative s'il consomme aux heures de pointes et participe à la surcharge générale, ce qui impliquera le recours à des moyens de production de pointe carbonés ; au contraire cette influence sera positive s'il favorise les reports de consommations à des heures creuses. En somme, plus le sentiment de culpabilité sera fort s'il n'adopte pas un comportement plus vertueux pour l'environnement, plus les chances d'un véritablement changement de comportement seront fortes.

Cialdini (1999) vient apporter une distinction supplémentaire au concept couramment utilisé, de norme. Il reconnaît que deux types de définitions de la norme sont généralement employées et constituent deux sources distinctes de motivations humaine.

Les normes descriptives tout d'abord, faisant référence à notre perception de ce qu'il est normal de faire dans une situation donnée. Cialdini met en avant que ce mécanisme n'est pas une contrainte à suivre sous peine de sanction, mais s'apparente plutôt à un raccourci mental opéré pour l'individu, et présentant un avantage en terme de traitement de l'information. En effet, ces normes permettent de fournir des preuves de ce qui sera probablement une action efficace et adaptative : *« Si tout le monde fait quelque chose autour de moi, alors il doit être judicieux de le faire, de le penser ou de le croire moi aussi »*.

Puis, les normes d'injonction, qui ne précisent pas ce qui est fait mais plutôt ce qu'il faut faire. Elles constituent l'ensemble des règles et des directives morales d'un groupe social, et motivent le comportement par des récompenses sociales ou bien des sanctions.

Ces deux types de norme peuvent co-exister dans une situation donnée et voir même être contradictoires. Ainsi ce sera celle qui sera temporairement prédominante dans la conscience de l'individu qui influencera majoritairement le comportement à adopter. Cette hypothèse suppose donc l'influence du « contexte » de la situation dans laquelle se trouve l'individu afin de déterminer laquelle aura plus d'influence que l'autre. Pour illustrer ce cas, Jakson (2005) prend l'exemple de la conduite sur l'autoroute. En l'absence vraisemblable de contrôle, un automobiliste aura tendance à rouler à la même vitesse que les autres qui l'entourent, cependant, en voyant passer une voiture de police, cela peut lui faire prendre conscience de la présence possible de radars ou des caméras, et celui-ci aura tendance à ralentir même si les autres automobilistes autour de lui ne le font pas.

#### 1.2.3.4. La prise en compte de la notion d'habitude

En opposition aux modèles considérant que les comportements impliquent des intentions, et qu'ils sont issus d'un raisonnement délibéré, peuvent être considérées les théories basées sur l'habitude.

Une grande part de nos comportements au quotidien semble en effet être opérée de manière habituelle. Leur intérêt est de permettre de reléguer des décisions au stade de l'inconscient et de l'automatique. En faisant cela, le traitement du choix nécessite un bien moindre effort cognitif en traitement de l'information de la part du cerveau, libérant du temps et de l'énergie pour d'autres tâches.

Charles Duhigg, dans son ouvrage « Le Pouvoir des Habitudes » décrit celles-ci par une boucle neurologique de trois éléments :

- Un signal, pouvant être associé à n'importe quel type de stimuli reçu par notre cerveau (endroit, émotion, comportement, tâche à faire...)
- Une routine, sollicitée par le signal. Elle est l'action physique, mentale ou émotionnelle, déclenchée en réponse à celui-ci.
- Une récompense à court terme ou une incitation qui renforce le processus d'habitude. La récompense d'une habitude peut être aussi bien matérielle, qu'immatérielle ou encore psychologique. On peut comprendre le sens de matériel sous une connotation pécuniaire, mais bien souvent ce n'est pas le cas, et le cerveau se satisfait d'éléments simples comme par exemple la sensation de fraîcheur après s'être lavé les dents, le plaisir gustatif en mangeant une sucrerie etc... Les récompenses immatérielles quant à elles peuvent être le gain de temps supposé, en empruntant un chemin et non un autre pour se rendre à son travail, ou encore la lutte contre l'ennui lorsque l'on joue à un jeu. Enfin, ils peuvent relever de l'ordre psychologique et être totalement inconsciente en résultant seulement du confort du moindre effort cognitif mentionné précédemment.

Une habitude n'est pas nécessairement objectivement bonne, et chacun de nous est emprunt à nombre de « mauvaises » habitudes. Par exemple, ne pas manger équilibré, rouler trop vite, gaspiller l'eau, ne pas économiser l'énergie, ne pas trier ses déchets etc... Nous les savons mauvaises, sans pour autant que cela nous empêche de les faire. Une fois ancrées, ces habitudes sont très difficiles à modifier. Lorsque que l'on essaye, un même signal peut désormais renvoyer à deux comportements, soit l'ancienne habitude, soit la nouvelle. Or ce stimuli (signal) suffit à notre cerveau pour qu'il anticipe la récompense de l'ancienne habitude, avant même de l'avoir réellement. Dès lors, le fait de ne pas obtenir celle-ci en adoptant le nouveau comportement, déclenche un sentiment de frustration et d'inconfort, désincitatif à le poursuivre.

De plus, même en l'absence d'incitation ou de récompense à court terme, l'existence d'un surcoût cognitif positif lié à la tentative de changement d'une habitude remet en cause la durabilité du comportement entrepris. En effet, ce surcoût vient du fait que lorsque l'on veut opérer un tel changement, il faut aller à l'encontre de l'habitude, c'est-à-dire qu'à une situation donnée, il n'est plus possible de réagir automatiquement et d'éviter la charge cognitive associée. Cette modification entraîne même au contraire une surcharge, liée au fait de forcer le cerveau (lui qui cherche à aller par nature vers ce qui lui demande le moins d'effort) à aller contre son

souhait. Or à la longue, cette charge produit une forme d'exaspération qui effrite peu à peu la motivation à poursuivre ces nouvelles pratiques.

On peut ici faire le lien avec les modèles psychologiques présentés précédemment, et mettre en avant le fait que la motivation au changement sera d'autant plus favorisée si d'autres facteurs contrebalancent l'émergence de cette charge cognitive supplémentaires. Comme par exemple, une pression sociale et des normes plus forte, le fait d'intégrer dans ses normes personnelles que cette nouvelle action est « bonne » etc... Ainsi, le maintien de ce nouveau comportement conduira à une certaine forme de récompense, celle de la satisfaction de ses convictions et de ses envies. Oui bien à l'inverse, celle de ne pas subir de sanction morale d'un groupe de référence ou l'émergence d'un sentiment de culpabilité dû au non-respect d'une norme.

#### **1.2.3.5. L'impact de la communauté et de la société sur l'individu**

Les approches précédentes étaient basées essentiellement sur des modèles comportementaux aux caractéristiques définies comme internes et personnelles d'un individu « autonome ». Il s'agissait de « ses » propres valeurs, « ses » croyances, « ses » habitudes, « ses » normes personnelles etc... agissant comme des antécédents définissant toute action. En effet, dans les modèles de choix rationnels, les concepts de normes subjectives sont intégrés comme étant « ce que mes convictions personnelles, par rapport à ce que d'autres pourraient penser de mes actions, me disent de faire ». Les contraintes sociales sont alors intégrées comme relevant d'un arbitrage individuel vis-à-vis du coût supporté en cas de non-respect de ces normes. C'est une délibération rationnelle et individuelle.

Toutes fois, il existe également des modèles qui tentent d'étudier les différents comportements, en utilisant une approche externe à l'individu, où celui-ci est influencé par des processus ou des forces qui dépendent de son environnement et non de sa personne ou de ses antécédents.

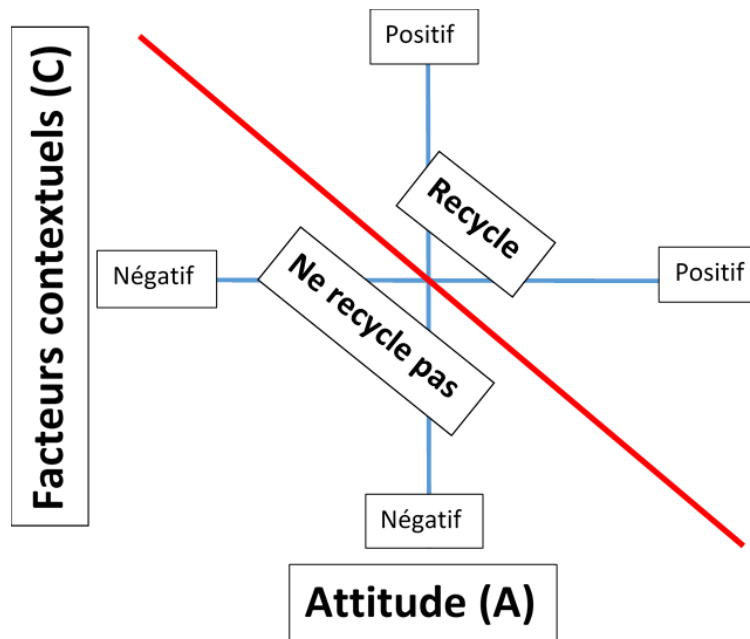
On peut mentionner comme exemple d'approche externe, la théorie de l'identité sociale qui suggère que le comportement entre des grands groupes d'individus est commun à toute société. Le besoin de chacun, d'obtenir une estime positive de ceux qui l'entourent pousse à une identification sociale et un rattachement à un ou plusieurs de ceux-ci. La simple identification à l'un de ces groupes inclut alors des comportements ou des actions qui sont plus ou moins à proscrire. Contrairement aux théories précédentes, il ne s'agit pas là d'un processus de délibération rationnelle de l'individu, car la nature et la limitation de ces normes d'injonction s'imposent à lui et sont influencées par des dynamiques intra ou intergroupes, sur lesquelles il n'a aucune influence.

Appliqué au domaine de l'environnement, cette théorie nous enseigne que certaines formes d'activisme environnemental sont motivées autant par le souci de préservation de l'environnement que par la protestation contre l'idéologie dominante (la société capitaliste, la consommation de masse, la mondialisation etc...). Inversement, que si la diffusion des comportements pro-environnementaux conduit à l'émergence et l'identification d'une nouvelle identité sociale claire, il risque

d'y avoir en retour l'émergence d'une forme d'opposition. Cette dernière s'avérera alors réfractaire au changement, peu importe les coûts ou les avantages qu'elle aurait à en tirer (même s'il pourrait être bénéfiques pour elles), uniquement parce qu'elle s'identifie comme ne faisant pas partie de ce groupe. Par exemple, dans le cas des Smart Grids, on pourrait citer celui typique d'une personne âgée se refusant catégoriquement à tout test ou installation de nouvelles technologies informatiques chez elle, considérant « par principe » qu'elles ne sont pas faites pour sa génération. Et ce, alors-même qu'elles pourraient faciliter son quotidien (régulation simplifiée ou automatique du chauffage, de sa consommation etc...). Selon Jakson (2005) « *le choix n'est ainsi jamais un processus direct de délibération rationnelle individuelle. Les intentions et les désirs sont modérés par des facteurs sociaux, cognitifs, situationnels et culturels* ».

Il existe alors des modèles plus complexes qui tentent d'intégrer une approche à la fois interne mais aussi externe. C'est le cas du modèle attitude-comportement-Contexte de Stern (2000). Dans ce modèle, Stern essaye de mettre en évidence l'existence, et d'expliquer, la nature des interactions entre les différents facteurs internes et externes à l'individu.

**Figure 15 : Modèle attitude-comportement-Contexte de Stern (2000).**



Selon la figure 15, le comportement (B) est « un produit interactif des variables d'attitude de la sphère personnelle (A) et des facteurs contextuels (C) ». Stern (2000). Sont englobées dans la notion de variables personnelles celles des croyances, de la norme, des valeurs personnelles, des prédispositions, de l'éducation etc... Alors que dans les facteurs contextuels sont inclus diverses influences comme les incitations, les coûts monétaires, les capacités physiques, les facteurs institutionnels et juridiques, les normes d'injonction, l'influence des catégories sociales ou des groupes etc... Le modèle met en évidence la dynamique et les corrélations qui existent entre les facteurs internes et externes précédents. Notamment, le fait que « la relation entre attitude et comportement soit plus forte lorsque les facteurs contextuels sont neutres ».

(et tendent vers 0), et à l'inverse que cette relation diminue et tende vers 0 lorsque les forces contextuelles sont fortement positives ou négatives » (STERN 2000). Par exemple, si l'utilisation pratique de moyens de gestion énergétique à domicile est soit très dure soit très simple pour les utilisateurs, alors il importe peu si les gens sont sensibles aux gestes éco-énergétiques ou non. Dans le cas où il serait difficile d'utilisation et peu intuitif, alors peu de gens l'utiliseront de toutes manières. Et, à l'inverse, dans le cas où serait très simple et peu coûteux d'utilisation (tant en termes de temps, de coût monétaire ou de modification du comportement) et où les avantages à le faire seraient parfaitement visibles et accessibles, un grand nombre de consommateurs devraient l'utiliser. Cependant, dans une situation où l'utilisation du système est possible, mais pas nécessairement très pratique, où alors dont les changements à opérer en termes d'habitudes sont perçus comme trop contraignants, alors la corrélation entre l'attitude et le comportement sera plus forte. Ainsi, les personnes sensibles de base aux gestes éco énergétiques par exemple, feront d'avantage l'effort ou le premier pas vers ces nouvelles pratiques que celles qui ne le sont pas.

### **Quels enseignements en tirer ?**

Les modèles les plus simples sont les plus facilement applicables et sont ceux qui fournissent des résultats pratiques, largement utilisés et éprouvés. Cependant, leur capacité à fournir des résultats robustes reste limitée, et il faut pour cela se tourner vers des modèles à la complexité conceptuelle plus large, dont toutefois à l'inverse l'applicabilité concrète est plus difficile. En cause, la multitude de facteurs à prendre en compte et leurs interactions, mais aussi la nécessité de devoir déterminer l'équilibre exacte qui puisse exister entre eux et la prépondérance des uns par rapport aux autres. En effet, on ne peut pas supposer que l'importance d'un facteur (comme l'influence de l'habitude ou encore la pression sociale) soit aussi élevée dans un cas de figure que dans un autre. C'est d'ailleurs ce qui explique les difficultés de reproductibilité des résultats d'un projets Smart Grid d'un territoire à un autre, ou d'une population à une autre, et ce, alors qu'il puisse s'agir d'une même zone géographique. Toutefois, la compréhension générale selon laquelle le comportement des individus est influencé par ces différents facteurs peut fournir des leçons utiles aux décideurs. Ainsi, chacun des cadres théoriques vu précédemment et leurs différents facteurs, apportent une utilité sur des domaines clés à étudier. Les données récoltées permettront de définir les profils des consommateurs et le contexte dans lequel ils opèrent, et ce, afin d'élaborer une réponse pertinente favorisant la promotion de changements comportementaux. Ces réponses et les outils sur lesquelles elles s'appuient seront l'objet de la seconde partie de ce mémoire.

## **2. L'activation des modalités d'implication des consommateurs au sein des projets Smart Grids**

Grâce à l'analyse menée sur les retours d'expérience des projets issus de la base de données retraitée du JRC (Annexe 2), de l'intérêt d'autres projets non inclus, de l'apport de la littérature psychologique et socio-comportementale, mais aussi de celle concernant les nouvelles pratiques en matière de marketing, nous allons maintenant tenter de mettre en avant un ensemble d'enseignements sur l'intégration et l'adoption des utilisateurs aux projets Smart Grids. Les trois premières sections de cette seconde partie seront consacrées à l'élaboration d'un cadre méthodologique d'évaluation de la prise en compte des utilisateurs, au sein d'un projet Smart Grid. Ce cadre fournira des préconisations sur les modalités d'implication des consommateurs, et développera les points d'attention et les bonnes pratiques pouvant permettre de les favoriser. Trois ensembles seront développés. Le premier portera sur la nécessité de concevoir son projet au plus proche des attentes et des caractéristiques de la population ciblée. Le second détaillera les types de stratégies axées sur l'utilisateur pouvant être mises en place. Enfin le dernier explorera le fait que les changements de comportement soient souvent plus faciles à obtenir dans un contexte de groupe ou d'une communauté, plutôt qu'à un niveau individuel. Les deux sections suivantes seront quant à elles consacrées à l'étude de deux cas pratiques pour tenter d'analyser comment cette intégration est réalisée en condition réelle.

### **2.1. La nécessité de caractériser et de connaître sa population cible**

Avant de nous intéresser de plus près aux différentes stratégies mises en œuvre pour susciter un changement de comportement de la part des usagers, il est important mettre en lumière les différents critères sur lesquelles elles se basent. En effet, de nombreux projets ont mis en avant l'utilité d'intégrer des démarches de prises de contacts et de récoltes d'informations auprès de la population visée, et cela très en amont du projet. Le but de celles-ci est de révéler les caractéristiques et les préférences des individus, qui peuvent avoir un impact sur la manière de concevoir le projet, la technologie et la communication. Dans cette section, nous analyserons donc l'intérêt d'engager de telles méthodes de segmentation ainsi que certaines manières d'y parvenir.

#### **2.1.1. Les facteurs de motivation des consommateurs**

Parmi l'inventaire des projets du JRC datant de 2012, les chercheurs du centre de recherche européen se sont intéressés aux principaux facteurs de motivations utilisés au sein des projets Smart Grid (JRC 2013). Ils ont ainsi mis en évidence trois grands domaines de motivation auxquels les projets faisaient appel.

Les préoccupations environnementales constituent le facteur revenant le plus souvent dans l'inventaire de l'époque. On pourrait penser qu'elles représentent un outil de choix pour les projets, cependant l'impact réel qui leur est attribué dans la motivation des individus est discutable. S'il apparaît que dans certains pays, tels qu'au



Danemark ou aux Pays-Bas, elles sont le principal moteur des intentions de changement (JRC 2013), un rapport du SGCC (The Smart Grid Consumer Collaborative 2011) met en avant le manque d'impact de celles-ci sur la population américaine. Il précise qu'elles sont souvent perçues comme « secondaires », et qu'elles ne résonnent qu'avec un certain segment de la population. Enfin, elles ne se seraient pas révélées aussi efficaces que les messages économiques dans les campagnes non ciblées. Un sondage de Accenture (2010) sur les ménages européens, confirme que même si ce facteur est celui qui revient le plus régulièrement, l'utilisateur moyen lui accorde une influence moins forte sur ses motivations personnelles comparé à d'autres. En outre, le JRC reconnaît également qu'utilisé seul, ce facteur ne constitue pas un motif suffisant d'engagement, et qu'il était d'ailleurs le plus souvent couplé à d'autres types d'incitations.

Les gains en matière de confort sont le facteur revenant le moins parmi les trois identifiés. Ils constituent en la fourniture d'outils améliorant la simplicité des appareils de la maison, une optimisation du confort ou encore un meilleur contrôle de l'habitat et de l'environnement. On retrouve également parmi ceux-ci, le segment des consommateurs dits « passionnés de technologies », qui y voient un nouveau « gadget » à utiliser.

Enfin, le contrôle ou la réduction de sa facture énergétique. Il est le second facteur le plus souvent utilisé, mais possède néanmoins l'influence la plus forte et la plus large, auprès des usagers. On parle d'influence plus large, car à l'heure où le pouvoir d'achat est perçu comme se dégradant pour une grande majorité d'individus, cette catégorie est la plus susceptible de motiver un nombre important de clients. Ainsi, « *ce n'est pas que les gens ne veulent pas être écologiques, mais c'est qu'ils souhaitent d'avantage économiser de l'argent* » (SGCC 2011). Contrairement aux enjeux environnementaux qui peuvent paraître déconnectés du quotidien, l'argument financier agit directement sur la satisfaction des besoins primaires. Pour illustrer ceci, on peut prendre l'exemple de Ameren Illinois et ComEd, deux entreprises américaines, qui ont créé deux projets pilotes similaires, testant une tarification dynamique. Le premier (Ameren Illinois) a procédé à une campagne de démarchage par e-mail, mettant en avant les avantages financiers escomptés. Le second (ComEd) a quant à lui mis en avant les avantages en terme de confort et de réduction de l'impact sur l'environnement. Ameren Illinois a obtenu un taux de réponse de 2%, contre seulement 0,27% pour ComEd (SGCC 2011). Sachant que la moyenne d'utilisateurs « cliquant » sur un lien lors de l'ouverture d'un email d'une campagne marketing en BtoC, est de 4,2% (Sendinblue, 2014), les résultats obtenus semblent cohérents (Il ne s'agissait pas simplement de cliquer, mais de répondre). Toutes fois, ce qui est intéressant dans le cas présent, c'est la différence près de 7 fois supérieure entre le taux deux taux de réponse. Cet écart traduit donc bien une différence d'impact notable des propos employés.

### 2.1.2. La segmentation de la population

Avant même de développer son offre, il apparaît nécessaire de connaître la population ciblée. Notamment, si l'on veut pouvoir engager un changement de comportement de la part des usagers, on doit s'intéresser à leurs caractéristiques principales, à leurs désirs, leurs besoins, leurs motivations etc... Ces informations seront essentielles pour concevoir une offre qui soit le plus en adéquation possible avec la réalité, et une feuille de route cohérente sa mise en œuvre. Cela permettra également de définir quelle sera la manière la plus adaptée pour délivrer l'information aux utilisateurs, tant dans la forme et les canaux utilisés, que dans le fond.

Cette phase de récolte d'informations doit être incluse dès les premières phases de planification des projets car elles demandent un temps de réalisation conséquent, nécessaire à la collecte et l'analyse des données. Certains porteurs de projets considèrent que le test sur le terrain doit permettre de répondre (au moins en partie) à ces interrogations. Or, ces suppositions conduisent aux problématiques sur l'acceptation que nous avons vus précédemment. Selon (Anda 2014), « *les stratégies d'engagement réussies divergent de la simple transmission de d'information (...) et les préoccupations des consommateurs doivent être prises au sérieux et traitées rapidement* ». Elles doivent être bien en amont dans le processus de conception, afin d'anticiper et de solutionner ces problématiques, avant d'y être confronté sur le terrain.

D'autre part, les enjeux et les caractéristiques bien particuliers du secteur de l'énergie, divergent du déploiement d'un « produit » commercial classique, et nécessitent bien souvent une prise de contact au plus proche des usagers.

Pour cela, intervient alors la mise en place de techniques de « segmentation » de la population. Dans celles-ci, il s'agit de catégoriser des individus ou des groupes d'individus en fonction de diverses données, caractéristiques ou tendances, définies. Cette segmentation s'opère sur la base d'un ensemble d'informations recueillies, dont la variété pourra dépendre de la technologie développée, des caractéristiques à vouloir mettre en évidence, ou encore des moyens déployés pour la récolte d'information. Elles peuvent porter sur des caractéristiques socio-démographiques (âge, revenus, éducation...), géographiques et environnementales (région, climat...), ou bien sur leur habitat (type d'habitation, isolation, superficie, type de chauffage, type d'installations...). Mais aussi, sur des caractéristiques plus personnelles, comme leurs routines, leurs habitudes de consommation énergétique, leurs intérêts pour certaines technologies, leur point de vue sur certaines questions, leur connaissance d'un sujet etc...

La première solution mise en avant par de nombreux projets pour la récolte d'information est celle de l'utilisation de moyens d'enquêtes traditionnelles quantitatives (bases de données, recherches documentaires, sondages nationaux...), afin d'obtenir des informations de base. Elles sont utilisées dans la grande majorité des projets incluant la participation des ménages.

Couplés à elles, certains projets ont également mis en place des enquêtes sur le terrain, et ont démarché directement la population concernée pour récolter les caractéristiques voulues. Cette démarche, plus coûteuse, possède néanmoins plusieurs avantages. Elle permet tout d'abord d'établir une relation de confiance plus

forte avec les usagers. Elle accroît également par la même occasion, les connaissances des utilisateurs sur le sujet, ainsi que sur l'entreprise et la technologie développée. Et enfin, elle permet de révéler des informations et des préférences plus personnelles, qui ne le seraient peut-être pas avec des moyens classiques déshumanisés. Par ailleurs, cette prise de contact peut se poursuivre tout le long du projet et ainsi constituer un canal de remonté d'informations et de suivis des individus très utiles pour repérer les problèmes et les solutionner.

Une troisième solution testée par certains projets, consiste en l'utilisation de groupes de discussions pour récolter ces informations. Dans ces initiatives, des groupes de consommateur ont pu interagir directement avec les porteurs du projet d'une part, mais également les autres acteurs impliqués (techniciens, énergéticiens, représentant locaux, commerciaux etc...). C'est le cas du projet InovCity par exemple, qui met en avant que ces ateliers ont permis de réduire les lacunes de communication entre les différents partenaires et les usagers, de permettre à ces derniers de répondre et de faire part de leurs préoccupations directement aux responsables du projet, mais aussi aux responsables techniques et aux experts d'interagir avec-eux.

Le problème de certaines méthodes d'enquêtes cependant, est qu'elles sont perçues par une grande part de la population comme étant intrusives. Confrontées à celles-ci, les individus ne vont pas répondre convenablement aux éléments demandés, voir ne pas répondre du tout. Une grande tendance en marketing de ces dernières années consiste en l'utilisation de procédés dits de « gamifications », autrement dit, de l'inclusion d'une forme de « jeu » dans les propos. Certaines initiatives Smart Grids expérimentent elles aussi ces solutions pour révéler les préférences des usagers, notamment dans les méthodes de récolte des données. Ludiques, elles permettent également d'augmenter la sympathie des utilisateurs, à l'égard du projet, et même d'impliquer des groupes d'utilisateurs traditionnellement inactifs, comme les enfants.

Le projet PowerMatching City a ainsi utilisé un jeu de carte lors d'ateliers, pour en apprendre davantage sur les besoins des utilisateurs finaux, leurs préférences et les solutions intelligentes qui pourraient leur être offertes. Le jeu se basait sur l'utilisation de représentations imagées simples, pour décrire le fonctionnement de l'approvisionnement énergétique sur le réseau, et des enjeux d'équilibre entre l'offre et la demande. Pour chacune de ces représentations, les joueurs étaient amenés à réfléchir aux enjeux, aux inquiétudes et aux solutions possibles concernant l'approvisionnement électrique de demain. Un jeu de cartes était ensuite introduit, composé de cartes relatives à quatre catégories : production d'énergie et stockage, solutions de pilotage énergétique, conseils énergétique et suivis, et enfin services intelligents. Les participants devaient ensuite, en fonction d'un budget disponible et d'un prix pour chacune de ces options, déterminer ce qu'ils aimeraient acheter. L'intérêt de la démarche était multiple, tout d'abord il était question d'éviter les réponses préconçues ou socialement souhaitables (renvoyant directement aux concepts de l'influence des normes sociales vus précédemment), puis, d'identifier les intérêts et les affections des utilisateurs, et enfin, de créer un cadre de dialogue et de partage entre les utilisateurs eux-mêmes.

Afin d'étudier la valeur client pour les solutions de comptages intelligents et de mise en application de tarifications dynamiques, Kauffman et al (2013) établissent un modèle de segmentation d'une population de clients au sein d'une expérience Suisse. Cette exemple de segmentation met en valeur quatre catégories de clients,

basées sur une perception distincte de la valeur attribuée aux nouvelles solutions intelligentes.

**La première catégorie** est nommée « averse au risque ». Elle représente les personnes ayant une forte préférence pour le modèle tarifaire le plus stable possible. En outre, ceux-ci ne perçoivent pas les avantages possibles en terme de réduction des factures électriques, de l'utilisation de ce genre de tarification. Dans l'ensemble, ils semblent pessimistes quant à leur capacité à utiliser convenablement ces systèmes et à pouvoir profiter véritablement d'avantages financiers. Pour eux au contraire, la variabilité des états du dispositif génère un risque, celui de dépasser le montant de leur facture actuelle. Ainsi, la peur de cette variation prévaut alors sur les opportunités de baisses possibles. Ce groupe ne convient donc pas pour la mise en place d'une telle offre, à moins d'avoir l'assurance que les risques soient entièrement couverts et qu'ils ne puissent pas rencontrer une situation moins avantageuse que celle qu'ils ont déjà.

**La seconde catégorie** caractérise les clients sensibles aux nouvelles technologies. Ils n'ont pas d'a priori quant à l'utilisation d'une tarification dynamique, mais sont d'avantages intéressés par des services de pilotage intelligent ou de visualisation des données depuis divers supports (tablettes, smartphones etc...). Ils accordent à ces derniers une plus grande valeur que celle accordée par les autres groupes.

**Une troisième catégorie** est celle des individus sensibles au prix. Ces individus attribuent la valeur la plus haute au modèle tarifaire qui leur permettra de réaliser le plus d'économies financières. Ils perçoivent les tarifications dynamiques comme des opportunités dont ils sont prêts à se saisir, et se disent intéressés à changer leurs habitudes énergétiques si tant est que les économies réalisées soient effectives.

**Enfin la quatrième catégorie** est celle des clients dits « axés sur la sécurité », recherchant d'avantage le confort dans leur maison et l'information sur l'état du fonctionnement du système. Ils aiment avoir une vue sur leur consommation actuelle, un retour sur les éventuels dysfonctionnements possibles, mais aussi avoir la main sur l'utilisation des appareils. Ils ne sont donc pas particulièrement sensibles aux économies réalisées grâce l'utilisation de services de tarifications dynamiques.

Grâce à ce type d'analyse, il est possible d'identifier quels seront le ou les groupes les plus susceptibles d'utiliser les solutions qui leurs seront proposées. Ces consommateurs seront donc ceux vers qui il faudra orienter la promotion du produit. S'il est nécessaire de toucher tous les groupes identifiés, alors la connaissance des facteurs de motivation de chacun permettra de fournir des recommandations à inclure dans la conception d'une nouvelle offre. Cette dernière pourra être personnalisée et mettre en avant des valeurs ou des services différents.

## **2.2. Les stratégies de changement de comportement basées sur l'individu**

Dans cette section il s'agira d'identifier des outils et des stratégies centrées sur le comportement et les réactions individuelles des utilisateurs. Nous nous intéresserons tout d'abord aux formes de récompense et leurs atouts respectifs. Puis, nous démontrerons également comment la manière de présenter une information ainsi que son contenu peut influencer les pratiques énergétiques du consommateur.

### **2.2.1. Les incitations économiques et les modes de tarifications**

S'il est admis que les incitations économiques constituent un facteur important de motivation des individus, leur emploi peut se faire pour servir divers buts. Le groupe d'experts du projet S3C, rassemblés pour évaluer la pertinence de la mise en œuvre d'une trentaine de projets Smart Grids, précisent leur utilité. Ainsi, les incitations économiques permettraient entre autres de susciter l'adhésion à un programme ou à une technologie, d'orienter les participants dans leurs choix comportementaux et de les inciter à adopter des nouvelles habitudes. Mais aussi, de maintenir l'intérêt et la fidélité envers un programme ou une technologie, ou encore de favoriser l'achat de produits ou de services connexes (S3C Publications). Parmi ces incitations économiques, on peut faire la distinction entre trois types : les modes de tarification, les incitations financières et les incitations économiques non monétaires.

Le premier type d'incitations économiques sont les modes de tarifications. Grâce aux nouvelles technologies de comptage intelligent, il est désormais possible d'avoir une connaissance plus fine et en temps réel de la consommation électrique des individus. Ainsi, de nombreux modes de tarifications dits « dynamiques » sont testés au sein des projets Smart Grids. Ces nouvelles tarifications peuvent se baser sur les temps d'utilisation et les coûts pour le réseau en temps réel, proposant ainsi des modèles valorisant sous forme de rétributions financières des comportements plutôt que d'autres. Ces structures de prix peuvent être plus ou moins complexes et plus ou moins dynamiques. Elles peuvent se baser sur les grandes tendances de l'équilibrage du réseau, ou bien sur les fluctuations de prix en temps réels sur les marchés. Toutefois, il apparaît important de préciser que ces modes de tarification sont avant tout des outils qui nécessitent d'être couplés à d'autres formes d'incitations multiples et de facteur facilitant leur utilisation, si l'on veut qu'ils fournissent les effets escomptés. Ainsi, au plus un modèle semble complexe, au plus il faudra intégrer des solutions d'automatismes pour permettre à l'utilisateur d'en tirer profit au maximum, tout en subissant un minimum de contraintes. On peut citer en exemple ici les solutions smartphones pour l'activation à distance d'appareils, des solutions de planifications ou de déclenchement automatique aux heures les plus avantageuses etc...

Principalement associées aux systèmes de tarifications et aux économies directes réalisées sur la facture d'électricité, les incitations financières peuvent toutefois être mises en place de d'autres manières. En effet, il est possible qu'elles ne résultent pas du changement effectif du consommateur et des gains réalisés en ce sens, mais qu'elles soient la condition à la participation du consommateur à un projet. Par exemple certains proposent une réduction de base sur la facture

d'électricité, à tous les participants d'un projet ou les acquéreurs d'une technologie, pour les inciter à l'installer chez eux. Par cette méthode, ils convainquent de participer des utilisateurs qui n'auraient pas été intéressés d'eux-mêmes par ce dispositif, mais sont attirés par le gain financier immédiat réalisé.

Ce type d'incitation permet également la diffusion plus rapide du produit au sein des foyers et la réalisation d'avantages pour le réseau relevant non pas d'une action de l'utilisateur, mais des simples caractéristiques du produit. Bien sûr, il est préférable que l'utilisateur s'implique et utilise pleinement cette nouvelle technologie, cependant la simple installation peut déjà générer en soit des bénéfices pour le réseau, en dépit de changements effectifs de comportement de la part de l'utilisateur. Certains projets ont également proposé des réductions, voir la gratuité, sur l'abonnement internet des foyers, afin de favoriser la participation des individus au projet. C'est le cas par exemple du projet 3eHouse, justifiant cette action par l'utilisation d'une connexion internet pour la transmission des données de leurs appareils.

D'autres formes d'incitations économiques ont été utilisées au sein des projets. Plutôt que d'octroyer une compensation financière directe, des compensations « en nature » ont été mises en avant, comme la fourniture d'appareils intelligents (prises intelligentes, systèmes de gestion énergétique, écrans et puces de contrôle etc...), ou les remises sur des équipements et des travaux de rénovation énergétique. Le projet Linear proposait par exemple des réductions sur l'achat de nouveaux appareils électriques intelligents, aux usagers participants au programme. Ce type d'initiative est particulièrement intéressant dans le cadre de projets nécessitant un investissement de base (même partiel) de la part des ménages, dans l'obtention ou la location des nouvelles solutions testées. Cependant, ces incitations ne sont pas toujours aussi efficaces qu'espérées, car les utilisateurs ne sont pas nécessairement prêts à laisser tomber leurs anciens appareils en parfait état de marche. Plus encore lorsqu'il est question de supporter un coût, même réduit, pour en acheter de nouveaux. Il y a une nécessité ici d'estimer des coûts généralisés et des coûts globaux incluant non seulement les coûts du dispositif en lui-même, mais également ce à quoi les ménages doivent renoncer pour les intégrer. Or à l'heure actuelle, beaucoup de projets ne raisonnent que sur la base des coûts liés au dispositif en lui-même, sans prendre en compte ce qu'il en coûte véritablement au consommateur.

On peut alors envisager de proposer des offres « gratuites » d'équipements. La fourniture de telles offres permet de servir d'accroche auprès de consommateurs parfois motivés uniquement par celle-ci. Ces derniers, qui n'auraient en temps normal jamais participé d'eux même au projet, se retrouvent enrôlés et peuvent finalement développer une forme d'intérêt et d'implication pour celui-ci, qu'ils n'auraient pas soupçonné. Toutes fois, ce type d'offre est limitée en volume. D'une part, il est très coûteux de fournir l'équipement complet en électroménagers de tous les ménages du projet, à moins de réduire la taille de l'échantillon et d'adopter un cadre de « laboratoire test » plus qu'un déploiement en conditions réelles. Et d'autre part, il ne s'agit probablement pas d'un modèle économique viable pour la mise sur le marché d'une offre concurrentielle.

### **2.2.2. Le cas particulier des systèmes de collecte de points ou de monnaies virtuelles**

L'un des principaux problèmes qui s'oppose aux gains financiers pouvant être réalisés lors de l'adoption de nouvelles pratiques énergétique, est que ceux-ci ne s'avèrent pas assez significatifs. En effet, dans le cadre de tarifications dynamiques par exemple, les différences de prix entre les différentes périodes ne sont pas assez grandes et ne permettent pas de réaliser d'important gains sur la facture finale. De plus, nous avons vu que les consommations énergétiques étaient dictées par nos modes de vies, l'équipement de notre foyer (si le chauffage est électrique par exemple) ainsi que nos pratiques quotidiennes. De ce fait, la quantité de consommation électrique effectivement « déplaçable » sur d'autres segments de consommation est alors limitée. Ainsi, par rapport à notre consommation globale, la quantité d'énergie reportable, et le gain obtenu en le faisant ne permettent généralement qu'une différence de 10 à 15% maximum sur la facture électrique. Sachant qu'en 2016, la facture mensuelle moyenne d'électricité des ménages s'élevait environ à 56€ (Selectra), les économies réalisées ne se chiffrent qu'aux alentours des 5 ou 6€ par mois. Un gain qui, pris individuellement, peut apparaître comme trop peu incitatif pour les ménages.

Afin de palier à ces problèmes, certains projets ont développé des systèmes de monnaies virtuelles ou bien de « points » à collecter, pouvant ensuite donner lieu à des compensations et des rétributions spécifiques. La collecte peut s'envisager de plusieurs façons possibles. Elle peut résulter des économies financières normalement réalisées sur la facture mais convertie en monnaie virtuelle. Ou bien encore d'actions spécifique à réaliser de la part des clients, comme l'adoption de nouvelles pratiques, le remplissage de questionnaires, la relève régulière de son compteur etc... Les points accumulés sont ensuite généralement utilisables au travers d'une boutique en ligne et permettent d'acheter ou d'obtenir des offres sur des produits et des services divers.

Le fournisseur d'énergie EkWatteur par exemple, propose un système de points de fidélité nommés « joules », accumulés au fil de la consommation et pouvant être obtenus grâce à des formes de parrainages ou au relevé volontaire de son compteur électrique. Plus récemment, l'entreprise a également testé un système d'alertes en cas de pic de consommation national, afin de maîtriser la consommation globale. Les usagers étaient alors informés par notification smartphone de la venue de ces pics, et pouvaient décider de réduire ou de reporter leurs consommations. La simple acceptation de recevoir ces notifications donnait lieu à une compensation en termes de « points joules ». Cependant, ils ne pouvaient pas encore déterminer si l'utilisateur avait réellement tenu compte du message. Ce type d'information sera rendu bientôt possible grâce au déploiement national des compteurs intelligents. Les points obtenus peuvent ensuite être dépensés auprès de partenaires pour obtenir des réductions sur des produits écologiques ou eco-énergétiques, sur des services de rénovation énergétiques, de livraison etc...

Plutôt que de collecter les gains à l'échelle individuelle, il est également possible d'envisager des collectivisations à l'échelle d'un groupe d'utilisateurs, d'un bâtiment ou d'un quartier. En effet, si les gains individuels réalisés peuvent représenter de trop petites sommes pour être perçues comme intéressantes par les individus, instaurer

un système agrégeant les gains de l'ensemble des participants permet valoriser des montant cette fois-ci non négligeables. Si cinquante ménages agrègent les 5€ d'économies mensuelles de chacun, cela représente alors  $50 \times 5 \times 12 = 3000\text{€}$  sur l'année. Le but est ensuite de trouver une manière de proposer une forme de redistribution à l'ensemble de la collectivité. Avec cette somme, il est alors possible d'organiser des évènements communautaires, de réaliser des travaux au sein de la copropriété ou du bâtiment, d'améliorer les espaces verts ou le cadre de vie, ou bien encore d'améliorer d'avantage l'efficacité énergétique des bâtiments (Nouvelles chaudières, isolement des combles ou des habitations etc...). L'intérêt d'utiliser une telle méthode repose sur le fait que les bénéfices individuels sont plus grands du fait du caractère public du bien financé. Dans ce cas, chaque individu pourra consommer la totalité du bien qui sera fourni sans en diminuer la valeur pour les autres. Au final, cela revient à dire que chacun d'eux pourra profiter individuellement des 3000€ d'investissement réalisé, au lieu des 60€ par personne si les gains n'étaient pas collectifs.

### **2.2.3. Le feedback aux utilisateurs**

La notion de Feedback correspond à toutes les informations qui sont transmises à l'utilisateur final, au sujet de l'utilisation de son électricité passée et présente, et dans le but de l'inciter à un changement comportemental. Ils peuvent s'effectuer sur différents supports de communications possibles, comme appareils de gestion de la maison (compteur électrique, appareils de pilotages, thermostats intelligents etc...), des supports papiers (la facture), des supports en ligne (portails web, sites etc...), ou encore sur des applications pour les smartphones et les tablettes.

Il est important de faire en sorte que ces moyens soient faciles d'accès pour l'utilisateur. Pour cela, de nombreux projets se tournent vers des supports tablettes et smartphones en complément d'un portail web. En effet, en plus d'occuper une place centrale dans nos vies, ces nouveaux outils permettent surtout de disposer (pour l'usager), et de transmettre (pour le gestionnaire), de l'information de manière beaucoup plus simples et réactives. L'utilisation d'un site web nécessite bien souvent la disposition d'un compte spécifique au support, et de l'identification à celui-ci à chaque connexion. Pour accéder aux données il faut donc que le client lui-même fasse la démarche, se souvienne de son mot de passe et aille consulter les informations voulues. De plus la transmission de l'information est à l'initiative de l'utilisateur, car c'est lui qui décide de se rendre sur la plateforme. L'utilisation des smartphones et des tablettes permet de contourner ces problèmes. L'identification est faite de manière automatique par l'application, et le gestionnaire à également la possibilité d'utiliser des « pop-up » (alertes) sur l'écran principal, afin de capter l'attention du client sans que ce dernier n'ait besoin de décider expressément de se rendre sur le support.

En plus d'être facilement accessibles, les feedbacks aux utilisateurs, doivent également faire attention à leur clarté et la simplicité de leurs propos. Ainsi, l'utilisation de représentations graphiques, de codes couleurs et de symboles sont largement préconisées (S3C Publications). Il est également possible de donner la possibilité à l'utilisateur de personnaliser la nature et le mode d'affichage des données, ceci afin de favoriser son interaction. Ces dispositifs de feedback sont plus qu'une simple transmission ou consultation d'informations. Ils permettent



véritablement de sensibiliser les utilisateurs et constituent un moyen de rétro-action capable de capter l'intérêt et d'inciter à modifier leur comportement. Plusieurs types d'outils différents de rétroaction sont ainsi utilisés au sein des projets Smart Grids.

Parmi ces outils, on retrouve tout d'abord la comparaison historique. Il s'agit de donner à l'utilisateur un retour d'information sur sa propre consommation des mois ou des périodes précédentes. Le but est qu'il puisse prendre du recul, adopter un regard critique, et apprendre de ses comportements énergétiques. Avec les nouvelles infrastructures de comptages avancés, les mesures transmises pourront être actualisées plus souvent et la facture n'aura plus besoin de se baser sur des estimations, en attendant le relevé du compteur par un technicien. L'impact de cette comparaison reste cependant limité car celle-ci ne permet pas à l'utilisateur de véritablement associer des résultats précis avec l'adoption d'une nouvelle pratique énergétique. En effet, l'information est agrégée en une période de temps données (le mois bien souvent), et transmise à posteriori lors de la facturation, c'est-à-dire bien après que toutes les décisions de consommation n'aient été prises. Or la mémoire étant imparfaite, il est difficile de se souvenir exactement de ce qui a été fait, et l'utilisateur ne se base pour cela que sur des suppositions, elles-mêmes dépendante de ses connaissances en matière de consommation énergétique. « Je sais que réduire la température de mon chauffage réalise des économies d'énergie, mais de combien exactement ? Que va changer l'abaissement de 1 degré, sur ma facture ? Quelle différence il y a-t-il entre faire tourner sa machine à laver et son lave-vaisselle le soir ou en milieu d'après-midi ? » sont autant de questions bien souvent sans réponse.

Le second type de retours que l'on peut identifier est celui « d'informations dynamiques ». Il s'agit de fournir à l'utilisateur son niveau de consommation en temps réel, et si ses équipements le permettent, de détailler les différents grands postes de consommations. Ce type d'information donne un cadre contextuel, qui, couplé à la mise à disposition de conseils sur les bonnes pratiques énergétiques, permet d'apprendre de ses choix de consommation. Si le consommateur décide de changer une de ses habitudes, il pourra alors en constater quasi en temps réel les effets, là où actuellement ce constat est impossible (à cause de la facturation mensuelle). Il est aussi possible de proposer à l'utilisateur des informations sur l'état du marché de l'électricité et de la production d'EnR dans région. Cela permet d'étoffer le contexte de la consommation électrique et d'enrichir la connaissance de l'utilisateur, en lui donnant des clés de compréhension des enjeux du réseau. Le cas du fournisseur d'électricité Ekwateur est intéressant, car il propose par exemple à ses clients, non seulement une électricité d'origine 100% renouvelable, mais également la possibilité de choisir soi-même son fournisseur local d'électricité. Le client sait alors d'où elle vient, par qui elle est produite, comment, et dans quel respect de l'environnement.

Dans ce même souci d'enrichir la connaissance de l'utilisateur pour l'aider à mieux concevoir ses choix énergétiques, deux types de mise à disposition des informations sont envisageables. On peut tout d'abord fournir des connaissances générales sur les problématiques énergétiques, ou bien alors, personnaliser davantage l'information et fournir des conseils sur les des bonnes pratiques quotidiennes à adopter. Ces conseils peuvent être données au travers de différents supports de communications, mais également en face à face, lors d'entretiens, de réunion participatives et autres types d'évènements.

On peut ici mentionner comme exemple, Fludia, une entreprise offrant des solutions dédiées à la maîtrise de l'énergie au sein des bâtiments et des habitations résidentielles. En effet, cette entreprise a développé un capteur qui, grâce à la l'analyse du spectre électrique, est capable de déterminer la consommation exacte ainsi que la mise en route ou l'arrêt de chaque types d'appareils d'un bâtiment. Fludia proposent alors d'enrichir la connaissance des individus à propos de leurs propres appareils, en fournissant des informations pertinentes et pédagogiques sur ceux-ci. Combien consomme-t-il ? Quand vaut-il mieux l'utiliser ? etc... Une fonction de « dépêche quotidienne » est également fournie, dont le but est de proposer une information personnelle et différente, tous les jours. Par exemple « votre réfrigérateur a consommé plus que d'habitude hier ». Une forme d'éducation qui permet d'attirer l'attention des utilisateurs sur des points utiles et précis, ancrés dans leur quotidien, mais de manière non intrusive et non directive. C'est au client ensuite de faire ce qu'il veut de cette information.

Pour finir, de même que la comparaison historique compare la consommation d'un individu avec sa consommation sur des périodes antérieures afin d'en tirer un enseignement, la comparaison sociale quant à elle donne un aperçu de son positionnement par rapport à d'autres utilisateurs qui lui sont similaires. Elle constitue un outil de rétroaction normatif, fournissant un cadre social tel que définie dans les théories psychologiques vues précédemment. De ce fait, elle incite le consommateur à se conformer à la norme s'il est en dessous des attentes de celle-ci. Cependant, dans le cas où l'utilisateur serait plus vertueux que la moyenne qui lui est présentée, un effet « boomerang » peut être observé. Il sera alors tenté de se conformer aux autres en diminuant ses efforts et en augmentant sa consommation. Pour pallier à ce problème, certains projets mettent en avant la nécessité de combiner ces moyens avec l'ajout de « normes d'injonction » venant approuver la présence d'un comportement vertueux. Ainsi, les projets Smartspaces et Eshesh ont par exemple utilisé un code couleurs et des smileys pour signifier le degré de conformité du comportement de l'utilisateur, par rapport aux attentes du projet.

#### **2.2.4. Les nudges**

Littéralement « coup de pouce » en Français, les nudges sont un ensemble de méthodes, d'outils ou de stratégies persuasifs et non intrusifs, visant à influencer l'individu vers un comportement unique souhaité. Ils ont la particularité de ne pas être pour autant contraignant, et d'effectuer ce changement à moindre coût. Les fondements théoriques de ce concept reposent sur des recherches en psychologies et en théories comportementales. Ils ont été largement démocratisés à travers le corps politique depuis l'ouvrage « *Nudge: Improving Decisions about Health, Wealth, and Happiness* » de Richard Thaler, économiste à l'université de Chicago. Mais aussi, par Cass R. Sunstein professeur à l'université de droit de Harvard, à travers la nomination de ce dernier par l'ancien président Américain, Barack Obama, pour piloter la « Nudge unit » américaine. D'autres gouvernements ont également créé des unités similaires, comme en Grande Bretagne, en Australie ou encore plus récemment en Allemagne, en Europe et en France.

Les entreprises du secteur privée se sont également saisit de cette opportunité, qui apparait comme un moyen complémentaire aux moyens traditionnels, d'améliorer

leurs stratégies de communication et de marketing à très bas coût. On peut citer par exemple le cas du secteur de l'hôtellerie, intégrant désormais couramment les préconisations d'une expérience menée par Noah J. Goldstein et al. (2008) utilisant les nudges pour favoriser les économies d'eau au sein de l'établissement.

Cette expérience visait à indiquer aux clients par un message dans la salle de bain, le pourcentage des autres clients ayant réutilisé leurs serviettes plus d'une fois au cours de leur séjour. Ceci, afin de les inciter à en faire de même, et réaliser des économies de d'eau et de frais de nettoyage pour l'hôtel. La possibilité d'indiquer une fausse statistique volontairement élevée sur la part des autres clients utilisant cette pratique a même été testée, et a donné des résultats significativement encore plus élevés. Ainsi, la fourniture d'une simple invitation à aider l'hôtel et les autres clients à protéger notre environnement a conduit à un taux de 35,1% de réutilisation. Mais l'ajout d'une fausse valeur arbitraire (« 75% des personnes ayant occupé cette chambre avant vous ont accepté de participer à notre nouvelle initiative de protection de l'environnement et ont réutilisé leurs serviettes plus d'une fois ») a monté ce chiffre à 44,1%. D'autres variantes d'utilisation de ce nudge sont également couramment utilisées, comme par exemple la précision dans les consignes de l'hôtel de volontairement « *laisser en boule sa serviette par terre dans la salle de bain* » si l'on veut qu'elle soit lavée. Une telle action n'étant pas une pratique courante dans la vie au quotidien, les clients sont ainsi incités à se comporter comme ils le feraient à leur domicile et à réutiliser plus d'une fois leur serviette.

Le domaine des Smart Grid s'est lui aussi approprié ces nouvelles méthodes, et on retrouve plusieurs initiatives les intégrant au sein des projets Smart Grids.

Tout d'abord, on peut citer l'expérience de l'Energy Orb, initiée par Mark Martinez, gestionnaire de la centrale électrique d'Edison au sud de la Californie, qui consistait à reprogrammer des « orbes lumineux », afin qu'ils puissent changer de couleurs, en fonction de l'évolution en temps réel du prix de l'électricité. Une lumière verte était ainsi associée lorsque les prix au cours de la journée étaient bas, et tendait vers le rouge au plus ils évoluaient à la hausse. Ces orbes auraient selon son étude, contribué à réduire de plus de 20% la consommation de ses clients en période de pointe (Mark S. Martinez, 2005). Il met également en avant l'aspect non intrusif d'un tel dispositif (pourtant en constante communication visuelle avec le l'utilisateur), et des résultats bien meilleurs que n'importe quelle campagne publicitaire par emails.

Dans un autre projet, ESB Smart Meters, des affiches à domicile ainsi que des courts rappels visuels (autocollants, aimants sur le réfrigérateur etc...) ont été utilisés pour rappeler aux participants leur implication dans le projet et les bonnes pratiques à adopter. Ils se sont révélés être des outils efficaces et utiles pour 75% des interrogés. (JRC 2013)

Enfin, le projet Jouw Energie Moment a testé l'intégration d'un service « bonus » de prévision météorologique, sur l'écran d'affichage de leur propre solution de pilotage énergétique à domicile. Si l'opération peut être assimilée à une simple agrégation de valeur pour augmenter l'utilité perçue de leur produit, l'idée derrière relevait en réalité du nudge. En effet, il s'agissait d'offrir un service couramment utilisé par les utilisateurs (qui regardent régulièrement les prévisions météorologiques affichées, notamment avant de sortir de chez eux), pour rendre attractif le support et transmettre par la même occasion d'autres informations relatives au domaine énergétique. De plus, le projet met en avant le fait que cela peut permettre de réduire les obstacles qu'il pourrait y avoir quant à l'utilisation correcte des outils

énergétiques dudit support, car les utilisateurs seraient déjà familiers avec l'appareil en question.

Cependant, il semble y avoir des limites quant au pouvoir d'incitation des nudges, notamment dans le fait de pouvoir maintenir les nouveaux comportements de manière durable. Le Centre d'Analyse Stratégiques Français (2011) met en garde contre le « *problème de la généralisation de ces interventions qui, bien qu'efficaces, semblent limitées* », dans leur impact et dans le temps. Comme leur nom l'indique, il ne s'agit là que d'un « coup de pouce » qui doit avant tout être utilisé dans une stratégie plus globale, intégrant d'autres facteurs motivants.

### **2.2.5. Maitriser sa communication**

Afin de favoriser les changements de comportement des consommateurs, il est important d'engager des moyens de communication avant même que les équipements ne soient installés. En effet, il est plus facile « *d'éduquer les clients dès le départ, plutôt que de devoir réagir aux réponses négatives une fois que l'appareil est en cours d'utilisation* » (US Department Of Energy (2013)). Pour cela, il faut tout d'abord mettre en avant la simplicité d'adhésion au projet. De plus, des messages présentés et structurés simplement, présentant de manière claire et concises les avantages à y participer, seront aussi plus efficaces. Enfin, certains préconisent aussi d'éviter les termes techniques faisant référence aux unités de mesures, et de préférer l'utilisation d'analogies comme « cela représente la consommation d'une heure de sèche-cheveux », « cela est assez d'électricité pour alimenter 10 foyers pendant un an » ou encore « cela représente 800 euros d'économie d'électricité » (US Department Of Energy (2013)).

Le SGCC (2011) met en avant « *qu'il est plus facile de communiquer ces messages si les programmes eux-mêmes sont structurés simplement* ». La simplicité du processus d'inscription est nécessaire pour obtenir le moins de pertes possibles entre les clients intéressés et ceux qui réellement franchiront le pas de l'inscription. Tout doit être fait pour que l'utilisateur ait le moins besoin de chercher l'information ou de s'engager dans des démarches administratives contraignantes.

Un des problèmes auxquels ont été confrontés certains projets fût la persistance d'idées reçues et d'a priori sur la technologie ou le projet.

Les résultats d'une enquête publiée en 2012 et menée par KRISHNAMURTI auprès de divers particuliers, ont révélé qu'aucun d'entre eux n'avaient pu décrire précisément le but et la fonction d'un compteur intelligent. Même si la plupart des sondés semblaient être en faveur du déploiement, cela ne les empêchait pas d'être empreint à un certain nombre d'idées fausses. Parmi celles-ci, trois revenaient régulièrement. Premièrement, les individus ont confondu compteurs intelligents et systèmes intelligents de gestion de l'habitat (comme les thermostats intelligents). Ils s'attendaient en effet à retrouver sur le compteur, des interfaces de contrôle et de retours d'informations, fournissant par exemple des détails sur la consommation énergétique. Une seconde idée fausse était que les compteurs intelligents avaient été conçus principalement pour que les fournisseurs d'électricité puissent contrôler, et couper, unilatéralement, l'alimentation en électricité des individus (en période de pointe ou lorsque ceux-ci consommaient trop). Enfin, un troisième a priori détenu par la majorité des interrogés était que les compteurs intelligents étaient installés pour

fournir des avantages immédiats aux consommateurs, leurs assurant automatiquement des économies financières.

Dans le premier et le troisième cas, le risque de laisser perdurer ce genre d'idées reçues est de créer une déconvenue chez les clients, perçue comme une expérience négative. Celle-ci pourrait être de nature à remettre en cause leur motivation à changer de comportements voire leur participation au projet. Dans le second cas, le risque est d'alimenter une certaine méfiance de la part des individus. On comprend alors la nécessité pour les projets de maîtriser leur communication ainsi que les connaissances fournies aux utilisateurs.

## 2.3. Donner à son projet une dimension communautaire

De plus en plus de projets tentent de faire naître un sentiment d'appartenance communautaire auprès des participants. En effet, la présence d'autres personnes ayant le même intérêt et les mêmes motivations peut aider à renforcer le processus de changement comportemental, en transformant l'adoption d'une nouvelle pratique, en l'émergence d'une nouvelle norme sociale. Cette section explore quels facteurs inhérents au contexte de groupe ou de communauté favorisent les changements de comportements, et surtout quelles sont les possibilités pour les actionner.

### 2.3.1. La mobilisation d'acteurs locaux

L'établissement d'une relation de confiance est crucial pour surmonter certains scepticismes et favoriser l'engagement du consommateur. Afin de faire face à cet obstacle, on peut tout d'abord observer deux tendances au sein des projets Smart grid. La première est que le nombre de projets s'associant avec des partenaires locaux est en constante augmentation (JRC 2016). La seconde est que ces partenaires sont de nature très diversifiée. De plus en plus de projets essaient d'allier à leur développement des entités locales, gouvernementales ou non, travaillant en étroite collaboration avec la communauté et les habitants. Ces partenaires bénéficient souvent d'une image positive auprès de la population. Ils constituent pour certains de véritables « faiseur d'opinion », c'est-à-dire qu'ils possèdent une influence particulièrement grande sur le ressenti des individus et donc in-fine leurs motivations à s'engager au sein du projet.

---

*« Lorsque nous étions à deux mois du déploiement de notre projet, j'ai réalisé que j'avais besoin d'aide pour diffuser notre message. Pour ce faire, nous nous sommes associés à des organismes à but non lucratif qui avaient de bonnes relations avec la clientèle et qui sensibilisaient déjà sur la durabilité, la conservation, et d'autres problèmes, liés à l'eau. Cependant, même s'ils ne parlaient pas d'énergie, en nous associant à eux nous leur avons fourni un nouvel outil pour compléter leur panel d'actions et nous avons bénéficié en retour d'un puissant moyen de porte-parole pour nous faire comprendre. »*

---

(Risa Baron, External Affairs Outreach Manager, San Diego Gas & Electric). Le but ici est non seulement de faire baisser les niveaux de scepticisme et susciter l'intérêt, mais également de pouvoir toucher un plus large éventail de consommateurs. En particulier les consommateurs vulnérables, tels que les personnes âgées et les ménages au revenu très modeste.

Dans le projet InovCity par exemple (S3C publications), un partenariat avec une municipalité et d'autres acteurs locaux (universités et associations de consommateurs) a été utilisé pour construire un véritable environnement communautaire autour d'un programme de sobriété énergétique. Ils ont constaté que les résultats en matière de réduction de consommation d'énergie étaient

significativement plus élevés dans ce groupe, en comparaison avec un autre groupe témoin dans une ville voisine qui ne bénéficiait pas d'un tel environnement.

Les premiers types d'acteurs locaux mobilisables sont les acteurs politiques et gouvernementaux. Mairies et organismes publics régionaux par exemple, peuvent aider à susciter l'effervescence autour d'un projet et donner un fort sentiment d'ancrage local. Plus encore si la taille du projet ou la zone de déploiement est modeste. Impliquer le Maire de la commune en personne peut également s'avérer efficace, notamment pour celles faisant état d'une grande stabilité politique. Celui-ci bénéficie alors généralement d'une solide réputation et d'une très bonne sympathie auprès de ses administrés. Cette implication peut même aller plus loin, comme c'est le cas pour le projet EcoGrid, où le Mr le Maire de Bornholm participait lui-même comme utilisateur final.

Peuvent aussi être mobilisés les organismes de la société civile, tels que les associations de consommateurs, les associations de logements ou les syndicats de copropriété. Habituellement plus familiers des consommateurs, ils sont au plus proche du contact et des préoccupations de la population et bénéficient d'un très haut niveau de confiance. Ils peuvent notamment aider dans la confection même du projet, en faisant part en amont d'idées pour améliorer le déploiement. Travailler en collaboration avec des groupes de défense des clients (association de consommateurs par exemple) confère également une image de transparence. C'est une manière de crédibiliser certains avantages ou caractéristiques de la technologie développée, pouvant faire l'objet de controverses. Ils réduisent ainsi la perception des risques et le porteur du projet devient d'avantage un « *allié plutôt qu'un adversaire* » (US Department Of Energy 2013). Enfin, ils sont aussi un lien privilégié avec les consommateurs vulnérables, auprès desquels ils entretiennent des contacts réguliers.

Les écoles et les collèges, sont également un partenaire de choix pour les projets Smartgrids, et peuvent constituer un relai efficace de l'information. Cette contribution peut se faire au travers de cours de découverte pour les élèves ou les enfants. Les plus petits découvriront ainsi la nécessité d'économiser l'électricité, et les plus grands pourront comprendre le fonctionnement des technologies de production, de transport ou d'économie de l'énergie. A travers cet effort de sensibilisation, les parents sont également touchés, car une fois à la maison, les enfants peuvent reproduire de manière ludique ce qui leur a été appris. Ils seront à cette occasion amenés à en parler, forçant les adultes à s'y intéresser eux-aussi. On peut citer en exemple ici, les actions « GROSPULL » régulièrement organisées dans certains établissements scolaires, incitant les enfants à venir avec des vêtements chauds pour pouvoir couper le chauffage une journée. Les résultats en termes d'économies d'énergies réalisées sont ensuite mis en avant au travers de représentations simples pour les enfants.

Enfin, il est aussi possible d'utiliser l'école (le bâtiment) comme un partenaire et un lieu de démonstration où la technologie sera testée et valorisée auprès de la communauté.

De par leur nature expérimentale et démonstrative, de nombreux projets Smart Grids ont intégrés des organismes de recherche comme partenaires. Cabinets de consultants, centres de recherches, universités, ils peuvent jouer un rôle dans la conception de la technologie, dans la compréhension des groupes cibles ou bien

encore dans l'élaboration du projet. De plus, ils sont l'occasion de fournir au projet une image positive, comme « œuvrant pour le bien commun » et non comme celle d'une simple commercialisation d'un produit. Enfin, tout comme pour les écoles, les universités peuvent être un partenaire local efficace dans la démonstration et la mise en avant de la technologie auprès du jeune public.

Enfin, les producteurs locaux d'électricité peuvent s'avérer eux-aussi intéressants à intégrer aux projets, notamment pour ceux déployés dans des zones isolées (les zones insulaires ou les zones de montagne par exemple). Ils renforcent la conception d'un environnement communautaire et la proximité avec les consommateurs, leur permettant de se saisir d'enjeux territoriaux cruciaux les impactant directement. Aussi, cela peut être l'occasion pour le producteur d'électricité de fournir de nouveaux services et d'obtenir une meilleure gestion de la demande.

Pour le lancement de la phase de recrutement des participants, certains projets tentent de créer un « séisme médiatique local » (S3C Publications). L'objectif est de donner au projet plus de visibilité, mais aussi plus de crédit, afin de le rendre attractif et éveiller la volonté des usagers à y participer. C'est l'occasion également d'ancrer le projet dans une localité et dans le quotidien des individus. Cet effort d'intégration régional passe généralement par l'organisation d'un événement communautaire ou d'un forum, où sont conviés les consommateurs, mais aussi et surtout les médias (télévisions, radio, journaux locaux), les acteurs locaux présentés ci-dessus et les personnalités politiques importantes. Il faut qu'un maximum de personnes soient informées du projet et aient l'opportunité de s'y intéresser. Si les participants ont déjà été identifiés, alors l'objectif de ce premier contact est de pouvoir échanger avec eux, gagner en sympathie et en image, et enfin relever mais aussi rassurer au sujet des premières préoccupations. Il faut néanmoins garder à l'esprit que cette engouement local ne sera que de courte durée et qu'il est nécessaire de rapidement fournir un retour aux individus, soit pour les relancer, soit pour démarrer le projet. Laisser trop de temps s'écouler entre celui-ci et le lancement véritable risque d'effriter la motivation et surtout l'intérêt des individus qui seront donc moins disposés à opérer les changements comportementaux souhaités.

### **2.3.2. Mettre en place des stratégies d'engagement communautaire**

Les premiers types de stratégies identifiables concernent les procédés de gamification, de compétition sociale et les récompenses communautaires. Précédemment mentionnées pour faire révéler les préférences des utilisateurs, les stratégies de gamification sont en réalité essentiellement utilisées pour améliorer la participation et l'engagement des individus au cours du projet. Elles prennent une place nouvelle ces dernières années grâce à l'expansion des loisirs et des nouvelles technologies, qui favorisent le bouche-à-oreille et l'exploitation de thèmes dits « sérieux » sous un angle plus ludique (CRE, Gamification). La CRE précise que selon une estimation présentée par Gartner, le marché mondial de la gamification serait estimé à 2,8 milliards de dollars pour l'année 2016. L'usage de « serious games » au cours des projets sert principalement pour aider à maintenir l'attention du consommateur et son engagement, ainsi que pour favoriser



les changements d'habitudes. Ces jeux mettent en évidence les conséquences (bénéfiques ou non) de chaque action entreprise par le consommateur. Ils permettent à celui-ci d'améliorer ses connaissances et son apprentissage par la pratique, de manière bien plus efficace que les moyens de feedback traditionnels. Les démarches de points ou de monnaies virtuelles, attribués en récompense à un comportement attendu, (une alerte Smartphone d'un pic de demande et une invitation à réduire sa consommation par exemple), peuvent être un premier exemple d'application de gamification. Mais il n'est pas obligatoire d'introduire un gain tangible en guise de récompense. Cette dernière peut simplement consister en une satisfaction personnelle et un sentiment d'accomplissement d'avoir réussi les objectifs demandés. Certains serious game exploitent même totalement cette mécanique, en proposant un système de niveaux et de « lvl up » aux utilisateurs. Ces derniers peuvent alors « monter en grade » au fur et à mesure qu'ils adoptent un comportement vertueux ou emmagasinent des connaissances sur les modes de consommation.

Les stratégies de gamification peuvent également s'envisager sous l'angle du « social serious games » ou jeux sociaux sérieux. L'idée ici est de sortir l'utilisateur du cadre de sa consommation individuelle et d'introduire un contexte social, soit le mettant en concurrence personnelle avec les autres utilisateurs, soit en l'incluant dans un groupe d'utilisateurs ayant des objectifs communautaires. On retrouve ici le concept de « challenges » régulièrement mis en place au sein d'entreprises. SOBRE, filiale de la Poste Immo et de la Caisse des dépôts proposant des services d'efficacité énergétique, a ainsi testé la mise en place d'un tel « jeu » dans ses locaux, entre les différents étages de son bâtiment. En concurrence les uns avec les autres, l'objectif était d'être l'étage qui réalisera le plus d'économie d'énergie sur une période donnée. Au final, les résultats furent une économie d'énergie de plus de 15% sur la totalité du bâtiment, et les gagnants furent récompensés avec une dizaine de paniers garnis. Appliqué au consommateur résidentiel, on peut citer en exemple le projet DEHEMS et son expérience intitulée « Energy team Challenge », conçue pour favoriser les réductions de consommation électriques en tirant partie de la dynamique communautaire. Les ménages étaient regroupés en équipe de cinq (et il y avait cinq équipes au total), dont la consommation en électricité serait mesurée sur une période de douze semaines. Une première semaine de test pour établir une valeur de départ fût menée, puis, chaque semaine, les équipes économisant le plus d'électricité par rapport à cette base initiale se voyait attribué un certain nombre de point. Celle ayant accumulé le plus haut total de point à la fin des 4, 8 et 12<sup>ème</sup> semaine se voyait octroyé des points supplémentaires. Ces points pouvaient ensuite être échangé contre des produits « Eco positifs » ou des réductions sur certains gros électroménagers A++ (DEHEMS Publications).

Le second type de stratégie identifiée et le développement d'un sentiment d'appartenance à une co-création communautaire. Pour promouvoir un sentiment de proximité et d'appropriation parmi les utilisateurs finaux, et pour sensibiliser la communauté au projet, plusieurs d'entre eux ont par exemple choisi un nom évocateur pour les utilisateurs finaux, et non un acronyme dérivé de la technologie. Dans le pilote du projet « voor Iedereen Rendement » dans la ville d'Amerfoort, un concours ouvert à tous a été organisé, pour trouver un nom approprié à la communauté. Le nom « AmersVolt' » fût ainsi choisi. L'expérience met en avant le fait qu'il s'agissait d'un excellent moyen d'amener les gens à s'investir au sein de la

communauté et de leur montrer par la même occasion que cette communauté est bien la leur.

Dans son article de 2016 (*Exploring Community-Oriented Approaches in Demand Side Management Projects in Europe*) le JRC met en avant l'opportunité d'intégrer plusieurs catégories de consommateurs finaux à un projet. Quatre grandes catégories sont identifiées : le secteur résidentiel, le secteur commercial, le secteur industriel ou encore le secteur public. Il affirme que « *réunir davantage de secteurs d'utilisation finale renforce l'idée d'un effort communautaire plus large, favorisant les avantages sociaux et économiques pour tous les acteurs impliqués* ». Il constate d'ailleurs à ce sujet que depuis 2009, le nombre de projets alliant le secteur résidentiel avec un autre secteur, est en constante augmentation.

Parmi les solutions utilisées par les projets pour renforcer le sentiment d'appartenance communautaire, on retrouve aussi l'utilisations « d'ambassadeurs locaux ». Consommateurs finaux comme les autres, ce sont des personnes issues directement du panel de ménages impliqués dans le projet. Cependant, ils font preuve d'un vif intérêt pour les questions énergétiques et la technologie déployée. Généralement bien connus parmi les habitants du quartier, ils sont motivés et sociables, et bénéficient d'un très haut niveau de confiance parmi la communauté. Ils peuvent et peuvent agir comme de véritables vecteurs « multiplicateurs » de diffusion du message car ils ont une influence notable sur les autres consommateurs. Ils sont par exemple en mesure de contribuer directement à résoudre des tracas quotidiens ou de surmonter des résistances liées à l'engagement des individus au sein du programme. Le projet Eshesh a eu recours à l'utilisation d'ambassadeurs locaux, et mentionne les excellents résultats que cela a permis. Ainsi, « *l'utilisation de champions dans les groupes de locataires s'est avérée très bénéfique pour la mise en œuvre du projet et ils ont contribué à augmenter la volonté des utilisateurs à améliorer leurs comportements* » (ESESH Publications). De plus, le projet mentionne le fait que les services Web utilisés nécessitent une promotion « hors ligne » afin de pouvoir toucher des individus ayant un faible niveau d'informatique, et qui n'iront pas d'eux même les consulter. Cette promotion peut alors être assurée par l'intermédiaire de ces ambassadeurs, pouvant les conseiller, leur expliquer comment le service fonctionne, quels sont les avantages, et les inciter avec succès.

Le troisième type est l'établissement d'un « conseil » civil pour participer au processus de décision. Alvial palavicino (2011) précise ainsi qu'obtenir « *une réponse favorable et active de la communauté dépendra fortement de sa capacité à participer aux processus de prise de décision, déterminée par le degré d'engagement souhaitable de la part des développeurs du projet* ». Il invite à la création de conseils ou de comités consultatifs, composés d'utilisateurs finaux et des porteurs du projet, ainsi que de techniciens et des partenaires locaux. Ces conseils sont l'occasion d'une part de faire remonter les préoccupations majeures des ménages, les points d'intérêts, et les incompréhensions. Et d'autres part de développer un sentiment d'appartenance fort et une implication des individus, pour faire perdurer une certaine émulation autour du projet et ne pas que la motivation et l'intérêt général ne s'essoufflent. Pour le porteur du projet, c'est aussi un outil efficace pour établir une relation de confiance et informer les participants de l'avancement du projet.

Les premières réunions peuvent être l'occasion de repérer les personnes les plus motivées et les plus impliquées, pouvant devenir les futurs « ambassadeurs ». Ce fût le cas dans le projet ESESH où les réunions des groupes de discussions avec les

locataires ont non seulement aidé à identifier quelles fonctions et services du produit seront les plus susceptibles de fonctionner, mais aussi à l'identification des champions qui agiront plus tard.

Enfin, le quatrième point d'attention concernant les stratégies d'engagement communautaire est le maintien de cette implication par l'interaction entre les individus lors d'évènements communautaires. Le marketing social communautaire se base sur le principe que, traditionnellement, le consommateur individuel est passif face à l'information. C'est à dire, qu'il subit le flot publicitaire qui submerge son quotidien et adopte une position de méfiance à son sujet. En se regroupant en communautés, il partage des informations autour d'un affect commun et se place en revanche dans une démarche active de recherche mais aussi d'échange de l'information. Il sera alors plus à l'écoute du message qui lui sera transmis.

En favorisant les échanges au travers du projet, entre les consommateurs et les décideurs, entre les parties prenantes, mais également entre les consommateurs eux-mêmes, on soutient l'émergence de normes sociales influençant l'engagement des individus.

Pour obtenir des changements comportementaux durables, il est alors important de maintenir un certain niveau d'engagement des consommateurs finaux au sein du projet. L'organisation d'évènements communautaires est une proposition régulièrement mise en œuvre. Ces évènements permettent aux gens de se rencontrer en face à face, et de maintenir une certaine dynamique communautaire pouvant s'essouffler une fois l'enthousiasme du lancement du projet passé. Ces rencontres peuvent être l'occasion de mettre en place des outils de jeux communautaires ou être la finalité de jeux précédemment organisés (distribution de récompenses). Mais aussi, de rendre tangible le sentiment d'appartenance à un groupe ou de délibérer de l'information sur la technologie et l'orientation du projet. Les personnes peuvent alors échanger entre-elles les bonnes pratiques, parler de leur expérience, et faire découvrir à d'autres le projet. Pique-niques « verts », foires, salons, sont autant d'idées possibles applicables.

### **2.3.3. Les médias sociaux et le marketing 2.0**

Certains moyens traditionnels de communication, comme les Email, n'apparaissent plus comme optimaux pour transmettre des informations et communiquer avec les clients. L'utilisation massive de ceux-ci pour des offres promotionnelles complique leur lisibilité, et dégrade leur image auprès des utilisateurs. Les stratégies de communications modernes se tournent alors vers les médias sociaux et le marketing 2.0. Ces nouveaux supports représentent un changement de paradigme dans la relation client (US Department Of Energy 2013) et, plus qu'un moyen de diffusion d'information ou de publicité, ils sont un outil de conversation entre les individus. Ils sont capables de capter l'attention, créer des liens, des expériences partagées, et développent une forme de fidélisation de l'audience (Moreno Muz 2016). Ces moyens s'inscrivent pleinement dans la mise en œuvre de stratégies communautaires, et même si leur utilisation nécessite souvent du temps et du dévouement, les outils de médias sociaux se développent de plus en plus au sein des projets Smart Grids.

Leurs fonctionnalités offrent également l'opportunité d'avoir des conversations ouvertes et opportunes avec les clients, permettant à ceux-ci de répondre ou d'être informés immédiatement, mais aussi de réagir ou de se joindre à une discussion. La rapidité d'échange permet notamment à l'équipe du projet d'obtenir des retours d'expérience ou des avis, pouvant modifier au besoin l'orientation du projet.

Les réseaux sociaux représentent également un avantage dans la communication d'éléments ou d'événements occasionnels, tels que les pannes. Mais aussi, ils permettent de pouvoir répondre en direct aux préoccupations et aux questions des utilisateurs. En ce sens, leur utilisation permet d'endiguer la propagation de certaines idées reçues ainsi que la désinformation. Ils contribuent à façonner une image plus positive auprès de la clientèle, en favorisant un sentiment de proximité et d'écoute. Pour exploiter ce dernier point, le fournisseur d'électricité EkWateur propose à ses clients de s'investir dans leur activité (et même d'être payés) pour favoriser l'amélioration de l'expérience des usagers. Reprenant le concept de « champions locaux » vu précédemment, l'entreprise propose alors de faire appel à des clients collaboratifs (des particuliers lambda), pour devenir des ambassadeurs de leur marque. Leur rôle est de contribuer à la réponse aux utilisateurs sur les réseaux sociaux et via les appels téléphoniques. Rémunérés (comme salaire d'appoint, car il s'agit d'une activité faite en plus de leur travail véritable), ce service n'est pas spécifiquement moins cher pour l'entreprise comparé à du service client classique, et il nécessite la formation de ces ambassadeurs pour maîtriser la communication et les connaissances qui sont transmises. Cependant, il possède d'autres avantages comme celui de la proximité et de la confiance installée vis-à-vis des autres clients, renseignés par des personnes qui leur ressemblent et qui partagent leurs préoccupations. Ils permettent également d'apporter plus de flexibilité à la relation client, assurant un service à des heures non conventionnelles (le soir, tard dans la nuit, ou le matin très tôt), en dehors de celles du service de client classiques.

Sur la même idée, il est également possible via les réseaux sociaux, de créer de véritables plateformes collaboratives entre les utilisateurs, et de favoriser le sentiment d'appartenance à la communauté. Elles peuvent être utilisées pour organiser des événements, des jeux, des rencontres, faire émerger des idées, mettre en avant des bonnes pratiques ou encore des ménages particulièrement performants. Au travers de groupes (Facebook par exemple), de forum, ou d'autres plateformes similaires, il peut être développée en plus d'une communication en B to C, permettant de réagir rapidement et efficacement de la part de l'entreprise, une communication en C to C, permettant aux utilisateurs eux-mêmes de s'auto-enseigner. Contrairement à EkWateur qui rémunère ses collaborateurs pour assurer une qualité et une maîtrise de la communication transmise, le choix de laisser (presque) libre court aux utilisateurs peut être fait. Ainsi, « Monsieur tout le monde » pourra, s'il voit une question dont il détient la réponse, répondre à cet autre utilisateur. Le risque admis ici, que la réponse apportée soit fautive ou incomplète, peut toutefois être limité.

En premier lieu, les individus sont d'avantage motivés à répondre s'ils pensent détenir la solution. S'ils ne sont pas sûrs de leur réponse, ils s'abstiendront le plus souvent pour ne pas perdre en crédibilité, ou mentionneront la possible inexactitude de leurs dires.

Secondement, d'autres utilisateurs peuvent venir corriger ou compléter la réponse apportée.

Enfin, la mise en place de moyens de modération formés, permet de neutraliser des commentaires fallacieux, irrespectueux, ou même inexacts. Cette solution peut s'avérer encore plus efficace que l'utilisation d'ambassadeurs car les réponses apportées ne sont pas limitées à l'emploi du temps d'un nombre très réduit d'utilisateurs, mais à un nombre bien plus élargi, pouvant alors assurer une couverture totale de toutes les plages horaires, parfois même au beau milieu de la nuit. Même non rémunérés, cette méthode fait appel aux sentiments et à la volonté d'accomplissement sociale de chacun d'entre nous et on observe toujours la présence d'utilisateurs se sentant quasiment « investit d'une mission », et particulièrement motivés à remplir cette tâche. Dans un second temps, il est possible, après avoir repérer les individus motivés et les leaders d'opinion, de fournir à ces personnes les moyens nécessaires pour remplir leur « rôle ». Comme par exemple des outils de gestion des sujets, des informations particulières ou des recommandations. Ces « ambassadeurs » eux-aussi, peuvent également s'avérer être les mêmes personnes que ceux agissants localement sur le terrain.

### **Qu'en conclure ?**

Dans cette section, nous avons détaillé un ensemble d'outils, de points d'attention et de préconisations pouvant constituer une méthodologie d'évaluation de la prise en compte des consommateurs au sein des projets Smart Grids. Afin de juger de la qualité mais aussi de la pertinence de l'analyse précédemment menée, nous allons maintenant étudier plus en détails le déroulement de deux cas pratiques. Le premier, CityOpt, développe sur le territoire de Nice Cote d'Azur un outil de gestion de la demande par un système d'alertes envoyées aux consommateurs. De taille très modeste (160 participant) il constitue davantage un projet d'expérimentation. Le second, EcoGrid, vise à étudier la pertinence de la mise en application d'un système de tarification dynamique, pour permettre d'activer une flexibilité de consommation de la part des utilisateurs. De plus grande ampleur (près de 2000 participants), il constitue plutôt un déploiement en conditions réelles.

Pour chacun d'eux, nous nous intéresserons à la manière dont la participation des consommateurs a été envisagée et activée, tout au long de tels projets. Nous utiliserons pour cela le cadre méthodologique précédemment décrit et ferons ressortir les bonnes pratiques mises en places ou les limites auxquelles ils ont été confrontés.

## 2.4. Le projet CITYOPT, l'exemple d'une implantation réussie sur le territoire de la métropole Nice Côte d'Azur

Le secteur du bâtiment et du résidentiel représente la majorité de la consommation d'électricité en Europe, et la hausse des prix de l'énergie, couplée à la pression des questions environnementales ainsi qu'aux développements d'énergies décentralisées, remettent en question la conception globale des systèmes d'alimentation. Le projet CITYOPT est un projet visant à optimiser les systèmes énergétiques dans le cadre du développement des villes intelligentes. Pour cela, il produira un ensemble de directives et de recommandations d'applications, visant à soutenir la planification, la conception et le fonctionnement des systèmes énergétiques dans les quartiers urbains. Sa particularité est de placer les utilisateurs (décideurs, gestionnaires de bâtiment, citoyens...) au cœur du projet, à travers une démarche de conception participative des futurs outils (applications et d'interfaces), de manière à s'assurer qu'ils répondront correctement aux usages et aux besoins des individus.

Initié en 2014, il bénéficie dans le cadre du septième programme cadre européen pour la recherche et le développement technologique, d'un financement à hauteur de 75% (EUR 2 814 813 Euros sur 3 961 736 euros de budget total du projet) de la part de l'union européenne. Le reste du budget est financé par un consortium réunissant 7 partenaires issues de 4 pays différents :

- VTT : Technical Research Centre of Finland (Finlande) – Coordinateur du projet
- Société publique de distribution d'énergie de la ville d'Helsinki (Finlande)
- AIT : Austrian Institute of Technology (Autriche)
- Experientia (Italie)
- CSTB : Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (France)
- EDF (France)
- Métropole Nice Côte d'Azur (France)

Trois sites pilotes viennent illustrer et démontrer les solutions CITYOPT :

Celui de Helsinki, sur la phase de la planification, qui évalue les solutions de stockage d'électricité et les modèles commerciaux dans les nouveaux quartiers de Kalasatama et Östersundom. Les applications développées par CITYOPT auront ici pour but d'examiner les technologies d'optimisation électrique et de stockage de chaleur, leur dimensionnement, et leur mise en place, afin de définir des critères de choix optimaux.

Celui de Vienne, sur la phase de conception, qui vise à relier deux immeubles de bureaux par un réseau de chauffage urbain, utilisant l'énergie résiduelle d'une installation industrielle à proximité, afin d'augmenter la performance énergétique et réduire les émissions de CO<sub>2</sub>.

Celui du territoire de la métropole de Nice Côte d'Azur, sur la phase de management opérationnel, dans un projet mettant l'accent sur des scénarios d'optimisations liés à la « Demand-Response ». Son but est de réduire la demande en électricité lors des pics de consommations en incitant les consommateurs à planifier différemment l'usage des appareils électriques au cours de la soirée.

Les applications développées à Vienne et Helsinki étant essentiellement destinées aux professionnels de l'aménagement et de l'urbanisme, l'analyse présentée ci-après portera sur l'étude approfondie du projet développé sur le site de Nice métropole. Centré avant tout sur le client résidentiel, les réflexions relatives à l'humain et au comportement, sont particulièrement abordées au cours de celui-ci, et présentent un intérêt majeur pour la problématique de ce mémoire.

#### 2.4.1. Présentation du projet pilote du site de Nice

L'est de la région PACA, et toute la bordure littorale s'étendant de Toulon jusqu'à Menton font état d'une situation électrique particulière. En effet, le territoire ne possédant aucune capacité de production d'électricité d'origine nucléaire, il ne produit au final que 10% de l'électricité qu'il consomme (ORECA). Son approvisionnement dépend principalement d'une unique ligne à très haute tension (400.000 volt) ralliant Avignon à Menton. Même si depuis 2015, RTE a déployé un nouveau filet de sécurité (3 tronçons de lignes souterraine à 220.000 volts permettant d'assurer une alimentation minimum en cas d'incident majeur sur la ligne principale) les alpes maritimes, et plus encore le territoire de Nice se trouvant en bout de ligne, constituent une situation de quasi péninsule électrique. De plus, les tensions sur le réseau sont également amplifiées du fait de l'attraction touristique de la région, où la population de certaines villes peut être amenée à doubler lors des vacances d'été. Face à ces problèmes, une des réponses envisagées par EDF, et testée dans ce projet, est la capacité des consommateurs finaux à pouvoir réduire, ou déplacer, leur charge, en réponse à une sollicitation particulière.

L'expérience s'est déroulée sur une période allant de Novembre 2015 à Juin 2016, au cours de laquelle 25 alertes invitant les utilisateurs à réduire leur consommation d'électricité (lors d'un jour donné) entre 18h et 20h, ont été émises. Au total, ce sont 160 ménages qui ont été sélectionnés pour participer à cette expérimentation. Les utilisateurs avaient à disposition une tablette sur laquelle ils pouvaient accéder à l'application du projet, leur permettant de prévoir et d'annoncer les actions qu'ils allaient entreprendre (ou non) pour répondre à ces sollicitations. La réalisation de ces objectifs et la constatation par le compteur Linky (vis-à-vis d'un groupe témoins de référence) des réelles économies réalisées permettait à tous les participants de gagner des « points », proportionnellement à leurs efforts. Les utilisateurs pouvaient ensuite choisir de soutenir parmi une liste définie, des projets associatifs, en leur répartissant les points récoltés. A l'issue de l'expérience, les points étaient ensuite convertis en euros, puis reversés directement à ces associations.

**Tableau 2 : Présentation de la chronologie du projet (réalisée par l'auteur)**

Stade de développement	Dates	Etapas majeures du projet
Phase de conception et de développement	2014	Début des étapes de recherche et de confection du projet
	12 au 14 juin 2014	Entretiens qualitatifs en face à face, et téléphoniques, auprès d'utilisateurs potentiels, afin de nourrir la réflexion sur la conception du projet.

<b>Phase de recrutement</b>	27 avril au 3 juillet 2015	Envoie de 5300 mails contenant les invitations à participer au projet.
	Août à Septembre 2015	Envoie de 2000 mails supplémentaires aux personnes récemment équipées de compteurs Linky.
	14 septembre au 14 décembre 2015	Organisation de 9 réunions participatives pour présenter le projet aux utilisateurs retenus, répondre à leurs questions, signer officiellement leur engagement de participation et recevoir (gratuitement) leur tablette tactile interactive servant de support à l'application du projet.
	Septembre 2015 à Janvier 2016	Mise en place d'une hotline et d'un forum Web pour répondre aux interrogations des participants.
	10 novembre 2015	Première séance plénière pour présenter le projet et son inauguration, en présence de personnalités politiques locales.
<b>Phase de déploiement</b>	17 novembre 2015	Début de l'expérimentation et des premières alertes envoyées aux participants.
	9 et 11 février 2016	Premier cycle d'entretiens consultatifs qualitatifs pour identifier les problèmes éventuels ou au contraire les points vecteurs de satisfaction.
	10 Mars 2016	Seconde séance plénière pour faire le point sur le projet, présenter plus en détails les projets communautaires à soutenir, expliquer le nouveau système de points, répondre aux questions.
<b>Phase de résultats</b>	Mars et Avril 2016	Enquête en vue d'une prise de recul sur le projet.
	16 Juin 2016	Evènement final de clôture du projet, en présence de personnalités politiques locales.

L'étude de ce cas suivra dans un premier temps, une analyse chronologique des étapes du projet, telle que présentée dans le tableau 2 ci-dessus. Il a été démontré précédemment, l'existence d'enjeux différents suivant les étapes d'un projet. Il est ainsi intéressant d'analyser la manière dont ceux-ci les rencontrent, s'y confrontent ou les anticipent, tout au long de leur déroulement. Un examen chronologique apparaît alors comme le plus propice pour mettre en valeur comment l'étude de ce cas permet d'illustrer les modalités d'implication des utilisateurs et leur activation à ces différentes étapes. Pour chacune d'elles, les enjeux, les problèmes rencontrés ou au contraire les initiatives et les solutions apportés seront analysés.



### **2.4.2. La phase de conception et de développement du projet**

Un important travail amont de réflexion sur la conception du projet a été entrepris dans CITYOPT, notamment sur les aspects sociaux et comportementaux des utilisateurs. Et pour cause, la finalité de celui-ci n'est pas tant le développement d'une technologie spécifique, mais plutôt celui d'une méthode. Celle-ci repose certes sur des outils technologiques (les logiciels et les algorithmes de simulations utilisés pour créer les ensembles de scénarios utilisés), mais doit pouvoir être adaptable à d'autres situations. Pour cela, il est nécessaire d'explorer en détails les facteurs qui auront conduit aux résultats de l'expérience.

L'étude du pilote de Nice se base sur l'hypothèse que les comportements des utilisateurs jouent un rôle crucial dans les scénarios de sollicitations (les fameuses alertes), et qu'il est nécessaire de contextualiser ces comportements. Pour cela, il s'agit donc d'étudier en amont les attentes, les barrières, les craintes et les caractéristiques des individus. La réflexion est nourrie très tôt de trois jours d'entretiens réalisés en face à face avec de potentiels futurs participants au projet, ainsi que par téléphone (tableau 2, du 12 au 14 juin 2014). Lors de ces rencontres, des ateliers participatifs sont mis au point afin de saisir les expériences, les attitudes ou les idées novatrices des individus. Ces ateliers emploient notamment les principes de jeux (de plateau) pour faciliter la discussion et la génération d'idées. L'objectif tel que défini par le projet fut « *d'enquêter sur les facteurs potentiels et les déclencheurs qui mènent à l'acceptation morale et émotionnelle de la solution proposée, ainsi que les incitations possibles pour y parvenir. Et d'explorer la façon dont la dimension sociale pourrait influencer les comportements des personnes et l'acceptation des activités proposées* » (CityOpt, General and demo case description).

Associés aux entretiens téléphoniques réalisés, le projet y gagne de précieuses indications utiles à la conception de l'application sur tablette, ainsi qu'à sa mise en place. Ces enquêtes permettront entre autre d'obtenir des informations sur les besoins, les priorités et les attentes des utilisateurs en termes de fonctionnalités et d'informations fournies par la solution logicielle. Mais également, sur les problèmes potentiels qui pourraient gêner les dans l'utilisation qu'ils en feraient. Enfin, le projet CityOpt de manière générale se ployant sur plusieurs pays, il était aussi intéressant de connaître les facteurs comportementaux inhérents aux spécificités et à la culture locale.

### **2.4.3. La phase de recrutement des participants au projet**

L'approche choisie pour entamer la phase de recrutement et le contact avec les usagers fut l'envoi d'un email contenant une invitation (figure 14, du 27 avril au 3 juillet 2015). Cette lettre était signée en personne par Mr Christian ESTROSI, Député-Maire de Nice, réélu plusieurs fois, et président de la Métropole Nice Côte d'Azur. Elle fait état de son attachement aux sujets énergétique sur son territoire, de l'originalité et de la pertinence du projet CityOpt ainsi qu'aux opportunités de développement qu'il représente pour la région. La très solide réputation de l'homme politique, est sans aucun doute un atout de choix pour cette forme de communication engageante, adoptée par le projet. Elle permet d'éveiller un sentiment de responsabilité chez

l'utilisateur et d'intérêt de sa part. Une seconde page vient compléter la première, renseignant l'intérêt et les modalités d'inscription.

Si l'utilisateur suit jusqu'au bout la démarche, il reçoit alors un contrat stipulant les modalités de sa participation, les compensations, mais aussi les mesures de sécurité, notamment en matière de protection des données (déclaration de la CNIL). Les critères de recrutement se sont basés sur la présence obligatoire d'un compteur Linky chez l'individu, ainsi que sur des critères sociaux variés.

Entre septembre et novembre 2015 (tableau 2), 9 réunions au contact des participants ont été organisées, chacune réunissant un groupe de 10 à 24 usagers sélectionnés. Tenant compte des obligations professionnelles que peuvent avoir les travailleurs, de nombreuses réunions étaient proposées en début de soirée (Entre 18h et 20h). L'intérêt de celles-ci était multiple. Tout d'abord, elles étaient l'occasion d'un premier contact en face à face avec les individus. Une première phase d'implication, pendant laquelle ils ont pu en apprendre davantage sur CityOpt et découvrir la technologie mise en place. Les participants ont pu recevoir les tablettes supportant l'application qu'ils allaient utiliser, et suivre un tutoriel pour apprendre à se servir de celles-ci. Durant cette présentation, une attention particulière fût portée envers les personnes peu familières avec les technologies. Ces réunions ont été l'opportunité pour l'équipe de recherche, d'obtenir directement les retours des utilisateurs confrontés pour la première fois à l'utilisation des outils. Grâce à cela, ils ont pu le cas échéant faire les réglages ou les modifications nécessaires. Enfin, ces réunions constituaient également une étape importante dans la transparence et le sentiment de confiance auprès des utilisateurs, qui purent poser toutes les questions nécessaires et être rassurés sur leurs a priori.

Leur mise en place a été couplée avec celle d'une hotline ainsi que d'un forum (Figure 14, Septembre 2015 à Janvier 2016), auprès desquels les participants pouvaient se renseigner en cas de problèmes ou de questionnements. Le rapport final (CityOpt, Nice Demonstration) fait état d'une moyenne de 70 demandes par mois entre septembre 2015 et janvier 2016 pour la hotline et de 120 messages totaux répartis en 32 discussions pour le forum. Au vu de ces chiffres, la hotline semble être le moyen privilégié par les participants, pour obtenir les informations qu'ils recherchent. L'utilisation du forum quant à elle s'est arrêtée à celle d'un outil de résolution de problème. Il n'y a manifestement pas eu de tentative de fédérer une communauté d'internautes par ce biais, ni par celui des réseaux sociaux (aucune page ou compte relatifs au projet n'est répertoriée sur les deux principaux réseaux sociaux mondiaux).

#### **2.4.4. La phase de déploiement**

Pour son lancement, le projet a été largement commenté dans la presse et les médias locaux. Ces derniers étaient d'ailleurs invités pour assister à la première séance plénière inauguratrice du projet, et au discours de M. PRADAL, adjoint au maire de Nice, pour cette occasion. Près d'un tiers des participants étaient également présents (51), et l'objectif de cette séance, outre ceux affichés en terme de communication, était aussi de réitérer la présentation des outils et la distribution des tablettes pour ceux qui n'auraient pas été présents aux réunions de découverte. Mais aussi, de répondre de manière générale aux préoccupations des participants. Enfin,

cette rencontre favorise les échanges entre les participants, et améliore le sentiment d'appartenance à une communauté et la satisfaction de prendre part au projet.

Afin d'entretenir une communication continue avec les utilisateurs, des entrevues par petits groupes se sont également déroulées à partir de février 2016 (tableau 2). Elles ont eu pour but d'assurer une continuité dans le dialogue, mais également de faire remonter les premières impressions et constatations des utilisateurs. Parmi les points négatifs remontés, les participants ont mis en évidence la difficulté de compréhension du fonctionnement exact du mode d'attribution des points. En effet, ils font état d'un manque de lisibilité à son sujet, et ne comprennent pas quels appareils font économiser plus d'énergie et pour quels résultats. En outre, ils ont l'impression que les points attribués ne correspondent pas aux attentes estimées. Les participants ont également attiré l'attention sur le fait que l'utilisation spécifique de la tablette comme seule périphérique servant de support à l'application CityOpt était une contrainte. En effet il s'agit d'un dispositif supplémentaire qu'ils ne peuvent se permettre d'emporter sur eux au quotidien, et qu'ils ne peuvent donc généralement pas utiliser au cours de la journée. S'ils reçoivent des notifications en journée, ils ne peuvent donc forcément pas réagir en conséquence.

A l'inverse, les participants mettent tout de même en avant le fait que le projet leur paraît intéressant et utile car il combine les bénéfices individuels (accroître sa connaissance et maîtriser sa consommation) avec une cause collective (aider à gérer le réseau électrique pour éviter les pannes pour la collectivité). Ils apprécient également l'aspect communautaire qui stimule l'engagement individuel et le sentiment d'être acteur du changement, mais aussi la possibilité d'aider personnellement un projet local à se concrétiser.

Une seconde séance plénière (tableau 2) s'organisa en milieu de projet et fût l'occasion une fois de plus de remobiliser l'effervescence médiatique et communautaire autour de celui-ci, de présenter les prochaines étapes et de répondre aux questions des utilisateurs. Enfin, elle permit aux usagers de pouvoir rencontrer en face à face les acteurs des projets qu'ils soutiennent via leurs dons de points, et en apprendre davantage sur les actions qu'ils entreprennent au quotidien.

#### **2.4.5. Premiers résultats et prises de recul sur l'expérimentation**

Un sondage en ligne a été ouvert à partir de mars 2016 (tableau 2), afin de faire remonter les premiers retours d'expérience, sur les habitudes, les motivations individuelles, les stratégies employées par les utilisateurs, l'évaluation de l'application, du système et du projet, ou encore la satisfaction générale.

Le dernier évènement clôturant le projet fût la présence au salon Innovative City 2016 se tenant à Nice, ainsi qu'une conférence présentant le projet et ses résultats. Environ 100 personnes, professionnels, particuliers ainsi que la presse et les médias, furent réunis à cette occasion, où les prix des associations gagnantes financées par les points reversés, furent également remis.

**Tableau 3 : Tableau récapitulatif des principaux objectifs en début de projet, et leur accomplissement. (CityOpt, Nice Demonstration)**

Indicateurs	Objectifs de départ fixé	Valeur réelle observée
Nombre d'informations sessions de mettre à jour le les participants des progrès	3	9
Pourcentage moyen de participation à la séances d'information	75%	85%
Pourcentage de participants abandonnant l'expérience avant la fin de leur contrat	5%	3%
Nombre de bugs techniques trouvés au cours de la phase de tests.	10	8
Nombre d'alertes envoyées	25	25
Pourcentage moyen des participants qui se sont connectés à l'application pour une alerte donnée	80%	76%
Pourcentage moyen de stratégie non enregistrées en raison de bugs techniques dans l'application	5%	2%

Dans l'ensemble, quasiment tous les objectifs fixés en début de projet furent atteints, à l'exception du pourcentage de participants se connectant à l'application à la suite d'une alerte, évalué à 76% au lieu des 80% fixés. Cependant, l'engagement des participants au projet a largement rempli ses objectifs, puis-ce que plus de 85% d'entre eux se sont rendu à aux séances d'information, et que seulement 3% ont abandonné l'expérience en cours de route. Dans l'ensemble, seulement 7% des personnes interrogées considèrent que la participation au projet était source d'inconfort. Enfin, peu d'incidents techniques sont également à dénombrer.

Plus de 588.000 points correspondant à une valorisation s'élevant à 1400€ ont été générés grâce aux efforts et à la mobilisation des participants. Ces points correspondent à un délestage moyen observé de près de 300wh par participant, entre 18h et 20h, soit 26% de leur consommation à cette heure-là. Ces résultats sont beaucoup plus satisfaisant que dans d'autres exemples de projet effectué sur ce territoire, tel que NICEGRID. Dans ce dernier, les 220 participant avaient réalisés une baisse moyenne de 21% de leur consommation lors des pics, et une économie de 350wh. Cependant, il convient de noter que 70% d'entre eux ont une puissance souscrite de 9kVa et une consommation annuelle de 8000kwh, alors que concernant les participants de CITYOPT, seulement 12% d'entre eux ont une puissance souscrite de 9kVa pour une consommation moyenne de 3500kWh. En comparaison, et du fait de leur marge de manœuvre bien moindre, les participants de CityOpt ont donc réalisé une bien meilleure performance relative.

#### **2.4.6. L'engagement des participants et l'application développée**

Outre la structure et la mise en œuvre du projet, il convient de s'intéresser aux outils moyens développés par le projet pour susciter un changement de comportement de la part des consommateurs.

Tout d'abord, chaque utilisateur possède une tablette personnelle qui lui a été remise lors des réunions d'information et qu'il conservera au-delà de l'expérience, comme stipulé dans le contrat. Même si le projet n'apporte pas d'avantage financiers directs aux utilisateurs, étant donné que les points récoltés ne peuvent servir qu'à financer des projets sans but lucratifs, la tablette obtenue (qui plus d'une grandes marques), constitue un facteur de motivation et d'engagement particulièrement fort. La valeur pécuniaire de l'objet dépasse d'ailleurs de très loin celle de toute économie énergétique réalistement opérable pour un foyer résidentiel en un an.

Elle est l'unique support permettant d'utiliser l'application CityOpt. Cette contrainte a d'ailleurs été soulevée à de nombreuses reprises par les utilisateurs qui auraient trouvé plus pratique de pouvoir l'utiliser sur n'importe quels appareils (tablettes, smartphone et PC). Cependant, cela était un avantage pour la confection du projet, car l'utilisation d'un unique système d'exploitation, tous paramétrés de la même façon, facilite le développement informatique du produit, limite la survenance de bugs et accroît la facilité avec laquelle y remédier le cas échéant.

A la première connexion sur l'application, chaque utilisateur eu la possibilité de déterminer son pseudo. Cette action, bien qu'anodine à première vue, constitue pourtant un facteur facilitateur permettant de lever certaines barrières psychologiques ou certaines appréhension relatives au projet. En effet, si la majorité des utilisateurs renseignent effectivement leur nom et prénom, certains peuvent s'avérer être gênés que leur profil soit visible et identifiables par tous, et préféreront utiliser seulement leur prénom, voir même un pseudonyme.

Une fois identifiés, ils doivent renseigner leurs profils, ainsi que celui de leur habitation. Ce profil leur permettra de paramétrer plus tard des « scénarios » ou des stratégies pour répondre aux pics de consommations et aux alertes qui leur seront envoyées par SMS (Annexe 10). A chacune de ces alertes, ils auront la possibilité de choisir d'y participer ou d'y renoncer. S'ils souhaitent y participer, ils devront rentrer une stratégie et un objectif à remplir en terme d'économie d'énergie à réaliser le jour J, en fonction des appareils dont ils disposent. L'algorithme de l'application leur affichera ainsi, en fonction des scénarios choisis, combien ils seront susceptibles d'économiser, et donc combien de points ils seront susceptibles de gagner. C'est l'utilisateur qui détermine quelle stratégie employer plutôt qu'une autre, en fonction de ses objectifs, de ses possibilités etc...

Lors du jour de l'alerte, le nouveau compteur Linky enregistrera les données de consommations qui serviront à établir, en fonction d'un groupe test ainsi que des données habituelles de consommation du ménage en question, si des économies d'énergies ont bien été réalisées. Sur son application, l'utilisateur peut consulter l'historique personnel de ses résultats, des points qu'il a gagné, du nombre d'alertes auxquelles il a participé, mais aussi de l'équivalence en terme de kWh et d'émission de Co2 économisés (Annexe 10).

Le projet met l'accent sur l'implication communautaire et le sentiment d'appartenance à une expérimentation qui dépasse le cadre de vie individuel.

L'application permet ainsi de consulter les résultats de la communauté dans son ensemble, et de se situer par rapport aux autres. Elle utilise la comparaison sociale et la compétitivité entre les individus en fournissant à l'utilisateur non seulement son classement personnel au sein de toute la communauté, mais lui permettant aussi de consulter les résultats des autres participants. Ainsi, elle stimule les moins bons contributeurs à améliorer leurs résultats et augmenter leurs efforts, et elle met en avant les meilleurs contributeurs via un système podium afin qu'ils conservent leur motivation et ne soient pas tentés de se conformer à la moyenne du groupe.

Enfin, les projets participatifs dans lesquels les utilisateurs peuvent investir leurs points sont également présentés, ainsi que les points récoltés et l'état de l'avancement de leur financement. Les 3 projets retenus furent :

PIMMS (Point d'information et de médiation multi-services): visant à aider les personnes âgées les plus isolées en maison de retraite, qui ne reçoivent pas beaucoup de visites et sont peu à peu coupés du monde, afin de leur apporter une aide administrative et leur faciliter l'accès à leurs droits dont elles n'ont souvent pas connaissance.

La caisse des écoles de la ville de Nice : Permettant d'apporter une aide à la scolarité en permettant l'achat de livre, de CD, de fournitures ou de matériels numérique, aux établissements scolaires, et proposant aussi des programmes d'accompagnement personnalisés aux jeunes enfants en difficultés.

Les petits débrouillards : organisant des rencontres avec les enfants lors de journées d'animations, de fêtes de quartier etc... et proposant de leurs faire découvrir sous forme de jeux, des thématiques scientifiques.

Ils reçurent chacun à l'issue de l'expérimentation, un chèque proportionnel au montant de points accumulés, soit 1400 euros en tout.

#### **2.4.7. Conclusion sur les modalités d'implication des consommateurs et de leur activation au sein du projet CITYOPT**

Le tableau 4 ci-dessous tente d'appliquer les enseignements et le cadre méthodologique vu précédemment, au projet CityOpt. Au travers de cet exercice, l'objectif est de mettre en valeur la validité et la pertinence de l'analyse développée précédemment, et d'obtenir une vue d'ensemble du degré mais aussi des outils, d'implication des consommateurs au sein du projet en question.

**Tableau 4 : Tableau récapitulatif des outils et des stratégies employées dans le projet CITYOPT Nice (élaboré par l'auteur)**

Enseignements	Mise en œuvre dans le projet
<b>La nécessité de caractériser et de connaître sa population cible</b>	
Les facteurs de motivation	<ul style="list-style-type: none"> <li>- S'appuie sur une étude de la littérature.</li> <li>- Mise en place d'une enquête et d'entretiens pour caractériser la population cible, les facteurs de</li> </ul>

	motivations, les attentes etc... et aider à configurer la technologie et le projet.
La segmentation de la population	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilisation de procédés de gamification pour la récolte d'information. (Jeux de plateaux pour les enquêtes)</li> </ul>
<b>Les stratégies de changement de comportement basées sur l'individu</b>	
Les incitations économiques et les modes de tarification	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Incitations économiques directes absentes, mais compensation en nature (offre d'une tablette tactile)</li> </ul>
Le cas particulier des systèmes de collecte de points virtuels et d'agrégation des valeurs	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mise en place d'un système de collecte de points.</li> </ul>
Le feedback aux utilisateurs	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mise en place de nombreux moyens de retours d'informations à destination des utilisateurs, sur l'application, mais aussi au travers des nombreux entrevues et événements en face à face.</li> <li>- Utilisation d'images et de comparaisons simple pour exprimer les quantités d'énergies ou de CO2 économisées.</li> <li>- Enrichissement de la connaissance personnelle et fourniture d'informations personnalisées sur les appareils des utilisateurs, les pratiques courantes les concernant, leurs niveaux moyens de consommation etc... Cela aide à identifier quels sont les appareils ayant les potentiels d'économies d'énergie les plus importants, pour le moindre effort.</li> <li>- Utilisation de la comparaison sociale (avec les autres membres de la communauté), classement général par points, podium des meilleurs participants...</li> </ul>
Les nudges	<ul style="list-style-type: none"> <li>- L'utilisation volontaire de nudges éventuels n'a pas été mise en avant dans les rapports finaux.</li> </ul>
Maitriser sa communication	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Communication en amont du projet grâce aux entretiens de remises des tablettes, ainsi que l'évènement communautaire de lancement.</li> </ul>
<b>Donner à son projet une dimension communautaire</b>	
La mobilisation d'acteurs locaux	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mobilisation d'acteurs locaux autour du projet : Acteurs politiques, mais aussi associatifs.</li> <li>- Mise en place d'une forme de communication engageante avec l'implication de Mr le Maire dans le processus de recrutement des participants.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mobilisation de la presse et des médias à plusieurs reprises, avant, pendant et après l'expérimentation.</li> </ul>
Les stratégies d'engagement communautaire	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Entretien de la notion de communauté au travers de l'architecture de l'application qui met en avant les résultats des autres, ceux de la communauté de manière générale ainsi que l'avancement des financements des projets associatifs financés.</li> <li>- Rencontres en face à face régulières, au cours desquelles les remarques des participants sont prises en comptes.</li> </ul>
Les médias sociaux et le marketing 2.0	<ul style="list-style-type: none"> <li>- L'application et le forum semblent être les deux seules formes de communication web employées par le projet.</li> </ul>

Dans l'ensemble, on note que les réflexions autour du consommateur, de ses attentes et des manières optimales pour susciter son engagement occupent une place prépondérante au sein du projet. Il s'agit là d'une volonté affichée par celui-ci, et transcrite parmi ses objectifs de base. Ces considérations font donc partie intégrante de la démarche et de la démonstration faite. Une grande majorité des enseignements explicités dans la partie précédente trouvent ici une forme de mise en application.

Le projet a su prendre en considération très tôt les attentes et les craintes des utilisateurs, afin de les lever le plus efficacement possibles. L'implications d'acteurs locaux, tant dans la réalisation (élus locaux) que dans la finalité (les associations à aider), aident à ancrer le projet dans une réalité locale et le quotidien des individus. Ces derniers ont alors le sentiment d'œuvrer pour un plus grand bien-être de la communauté.

Les nombreux points de rencontres ont permis de mettre à l'aise les participants, avec la technologie d'une part, mais aussi avec le projet en lui-même. De plus, ils ont permis de favoriser l'émergence d'un sentiment de co-création. En effet, même si aucun conseil ou réunion collaborative ont été formellement mis en place, les participants ont tout de même eu l'occasion de faire remonter leurs impressions et les idées à plusieurs reprises au cours du processus. Les organisateurs ont su ainsi maintenir un lien fort entre eux et la communauté, mais aussi entre la communauté elle-même.

On peut cependant s'interroger sur la durabilité des solutions de réponses dynamiques mises en place (solicitation des utilisateurs par le système d'alerte). En effet, le rapport final (CityOpt, Nice Demonstration) mentionne un gain total pour le réseau se chiffrant entre 5 et 8 euros par an, par participant, avec la possibilité de pouvoir faire passer ce chiffre à une moyenne de 10 euros. L'engouement pour participer à ce projet d'expérimentation, la possibilité d'aider une association, et la perspective de recevoir une tablette gratuitement, ont su largement fédérer les participants une dizaine de mois. Cependant, on peut émettre de sérieux doutes quant au maintien durable d'un tel comportement durablement. Le gain pour le réseau qui en résulte est finalement extrêmement faible à l'échelle individuelle, et les



individus risquent de se lasser sur le long terme, une fois l'engouement de la nouveauté passé.

De plus il semble important de mentionner que les participants au projet CityOpt étaient volontaires pour cette expérimentation. Il existe donc un biais de participation, faisant que les résultats et l'implication obtenue ne sauraient être représentatifs de l'ensemble de la population. En effet, les participants retenus peuvent être susceptibles de s'avérer plus sensibles aux causes énergétiques et environnementales et faire preuve alors de plus d'implication. Il est d'ailleurs fait état de la difficulté du projet à toucher les autres membres du foyer. Généralement, seul l'individu impliqué dans le projet, ayant participé aux réunions, et qui possède et utilise le compte sur la tablette, se sent pleinement concerné. Ces derniers expliquent d'ailleurs avoir du mal à transmettre leur motivation aux autres membres de la famille. Cependant, la généralisation d'une telle solution au niveau du territoire tout entier devra quant à elle permettre d'atteindre l'ensemble de la population, y compris les moins intéressés par ces thématiques.

Enfin, il y a désormais une nécessité de réaliser un important effort pour apporter suffisamment de valeur client afin de rendre viable une offre commerciale. Toutefois, la question est de savoir si une telle offre est véritablement réalisable. En effet, à vouloir concevoir des projets expérimentaux s'assurant du maximum d'engagement client, on déroge à la nécessité de tester des modèles économiques stables. C'est le cas ici présent, avec par exemple la fourniture de la tablette qui représente une dépense incompatible avec la viabilité économique d'une offre commerciale. Or le retrait de cette incitation est de nature à remettre en cause les conditions dans lesquelles les résultats ont été obtenus, et donc l'utilité des enseignements retirés.

## **2.5. Le projet ECOGRID, un déploiement à grande échelle sur un territoire insulaire.**

Bornholm est une petite île Danoise située au large des côtes Suédoises. Peuplée de 40.000 habitants, sa particularité est d'être alimentée par un mix électrique se composant à plus de 50% d'énergies renouvelable. Elle est actuellement reliée aux côtes Suédoise par un câble sous-marin assurant une partie de ses besoins énergétiques. Cependant, le détroit qu'il traverse étant une route maritime particulièrement empruntée, des accidents sont régulièrement à dénombrer. Ainsi, en 10 ans, l'île a déjà connu 4 ruptures du câble d'alimentation, ayant entraîné un black-out et une paralysie totale de la petite communauté. Afin de résoudre ce problème, l'île a pour ambition de parvenir à une autonomie énergétique complète, et développe alors massivement, en partenariat avec le fournisseur d'énergie Ostkraft, l'éolien et le photovoltaïque. L'objectif pour 2025 est d'obtenir une part de 76% d'énergie renouvelable dans le mix électrique de l'île, et le projet EcoGrid vient alors s'inscrire dans une stratégie globale visant à aider l'intégration de cette forte proportion d'énergie renouvelables intermittentes.

Bénéficiant d'un budget de 20 640 296 euros (financés à hauteur de 12 649 939 euros par l'union européenne dans le cadre du septième programme cadre), le projet, mené par un consortium de 16 partenaires issues de 10 pays différents a débuté en mars 2011, et s'est étalé sur une durée de 4 ans. Son objectif fût de tester la mise en application d'un concept de marché de prix de l'énergie en temps réel, comme levier d'activation d'une forme volontaire de flexibilité de consommation de la part des utilisateurs finaux.

Près de 2000 ménages, soit 10% de l'ensemble des clients résidentiels de l'île, furent impliqués pendant plus de 2 ans dans la phase de démonstration. Grâce aux solutions technologiques et de domotiques apportées, les participants ont pu expérimenter une certaine forme de contrôle de leur consommation, notamment de leurs chaudières et de leurs chauffages électriques, en fonction d'un système de prix actualisés toutes les 5 minutes. Si le prix est élevé, les consommateurs sont alors incités à diminuer ou reporter leur charge, et à l'inverse si le prix est bas, ils sont incités à consommer à ce moment-là et réduire leurs besoins futurs. Cette expérience doit ainsi aider à mieux répartir la consommation dans le temps, en fonction des besoins du réseau et des fluctuations de la production.

Les utilisateurs ont été segmentés en 3 différents groupes en fonction des équipements qu'ils auraient à disposition. Si l'objectif premier n'est donc pas de faire réaliser des économies d'énergie aux individus, les organisateurs espèrent tout de même qu'au travers de la démarche entreprise, de la sensibilisation sur les pratiques énergétiques et du caractère social de l'intérêt communautaire mis en valeur, ce soit le cas.

Enfin, malgré les caractéristiques spécifiques d'un territoire insulaire, les résultats obtenus ont vocation à servir le développement de manière plus général de ce genre de solution à travers toute l'Europe, et une attention particulière a donc été mise sur la répliquabilité des résultats.

Tableau 5 : Présentation de la chronologie du projet (réalisée par l'auteur)

Stade de développement	Dates	Etapes majeures du projet
Phase de conception et de développement	Mars 2011	Lancement du projet et début de la conception de l'offre, du design des solutions IOT, des produits et de l'architecture des logiciels utilisés.
	2011	Mise en place de réunions hebdomadaires entre les acteurs du projet et les membres du personnel, afin de faire circuler les informations, les idées et la connaissance.
	2011	Pré-tests de la technologie et préparation des guides techniques
	2011	Formation des employés pour qu'ils puissent devenir des ambassadeurs du projet.
	Automne 2011	Achat d'une maison d'habitation (« Villa Intelligente ») pour le projet, ayant vocation à devenir une maison de test vitrine, pour présenter la technologie et son fonctionnement au public.
Phase de recrutement	Février 2012	Lancement des phases de recrutement, ouverture au public de la « Villa intelligente » et publicité dans les médias locaux.
	Eté 2012	Evènement de lancement du projet, conférences de presse, présence dans les médias, dans les magazines, et organisations de journées portes ouvertes dans la villa Intelligente.
	Automne 2012	Changement de stratégie de recrutement et adoption d'une communication ciblée davantage vers les propriétaires de chauffages électriques et de pompes à chaleurs.
	Mars 2013	1500 usagers sont déjà inscrits. Mise en place d'une communication engageante ciblant exclusivement les utilisateurs de chauffage électrique et de pompes à chaleur (Médias, mailing, téléphone...)
	Juin 2013	1700 usagers sont déjà inscrits. Envoie d'un courrier aux 2500 ménages possédant un chauffage électrique ou une pompe à chaleur.
	Fin 2013	Les 2000 ménages sont atteints.
Phase de déploiement	<i>En raison de la prise de retard de la phase de recrutement, et de besoins spécifiques liés aux tests de la technologie, la phase de déploiement s'est engagée avant l'atteinte des 2000 participants.</i>	
	Juillet 2012 à début 2013	Installation et essai des premiers compteurs intelligents, équipements et systèmes de managements énergétiques, en conditions réels, et tests des technologies.
	Octobre 2013	Lancement de la phase 1 du projet et du système de prix en temps réels auprès des utilisateurs convenablement équipés.

	2014	Mise en place de groupes de discussions (8 entrevues de 9 participants) afin de faire remonter les premières impressions, les problèmes et les idées.
	2014	Equiperment de 18 clients industriels et commerciaux participant également au projet.
	Octobre 2014	Enquête de satisfaction auprès des utilisateurs.
	Janvier 2015	Lancement de la phase 2 du projet, puis de la phase 3.
Phase de résultats	Avril 2015	Enquête de satisfaction finale
	Août 2015	Fin de l'expérimentation

### 2.5.1. La phase de conception et de développement du projet

Le projet EcoGrid agrège des partenaires aux compétences très diverses, aussi bien des fournisseurs d'énergie, des producteurs, des gros industriels (comme IBM et Siemens pour la conception des solutions IOT, des logiciels et des serveurs), mais aussi des organismes de recherche scientifiques.

Ses enjeux dépassent le cadre de l'île de Bornholm qui ne constitue qu'un terrain de test privilégié, dont les résultats seront analysés et exploités, afin d'exporter le concept et proposer des offres commerciales à travers toute l'Europe. A ces fins, une attention toute particulière est portée à la standardisation des outils développés et leur compatibilité avec le plus large choix de systèmes et d'appareils. Le projet s'efforce de concevoir une solution technique viable, prenant en considération les besoins essentiels d'une mise en activité réelle, notamment en terme de facilité d'installation et de mise à jour à distance des appareils. Le projet met tout de même en avant la nécessité d'effectuer des recherches en amont, afin de mieux connaître les consommateurs de Bornholm, pour orienter la conception des produits, de l'offre et de la communication.

Les premiers essais des technologies (Tableau 5, 2011), déployés auprès d'un échantillon de clients tests, ont permis de faire remonter des éléments essentiels pour le calibrage de l'offre. Par ailleurs, le développement et l'installation d'une nouvelle technologie est toujours porteur d'imprévu. Ces tests sont le moyen d'identifier des solutions pour répondre le plus largement et le plus efficacement possibles aux problèmes rencontrés ultérieurement. Enfin, ils permettent d'enrichir la composante technologique de la Foire aux Questions (FAQ) qui sera mise à disposition des utilisateurs sur le site.

Le projet valorise le partage de l'information et de la connaissance au sein des collaborateurs eux-mêmes, et des membres du personnel du projet (Tableau 5, 2011). Etant donné la nécessité de rencontrer régulièrement les utilisateurs pour installer les nouveaux équipements et leur expliquer leur fonctionnement, il est impératif que les employés ayant des compétences techniques, acquièrent également des compétences en terme de communication et de pédagogie. Ils constituent en effet un maillon essentiel de transmission de la connaissance auprès des utilisateurs. Ils

doivent ainsi pouvoir être en mesure de « vendre » correctement le projet et d'expliquer son déroulement de manière claire et précise. De même, le personnel chargé de la communication doit lui, acquérir des connaissances sur les aspects techniques du projet afin de répondre au mieux aux interrogations des individus. Cette collecte et cette diffusion de connaissance auprès des employés s'est faite au travers de réunions hebdomadaires mise en place dès les étapes de conception du projet.

Le concept général du projet est basé sur une approche du marché de l'électricité en temps réel, permettant d'activer une certaine flexibilité la demande réagissant aux variations de prix. Il prévoit trois phases de démonstration de la mise en place d'un marché en temps réel.

La première est basée sur les prix actualisés du marché général Nordique de l'électricité. Aucun retraitement n'est opéré par les serveurs d'EcoGrid et le système est dit en « boucle ouverte » étant basé sur des données externes.

Dans la seconde phase du projet, le concept de marché en temps réel entre véritablement en application et une « boucle fermée » est intégrée au système. Le moteur de calcul d'EcoGrid utilise alors les données de prévision de productions, et celles de consommation de la journée de l'île de Bornholm, afin d'établir une nouvelle tarification, indépendante du marché Nordique, qui pourra réagir à la réponse des utilisateurs en temps réels. Les consommateurs de l'île ont alors une influence directe sur le prix et l'actualisation de celui-ci se fait toutes les 5 minutes, en fonction de la réponse des utilisateurs au précédent prix et des déséquilibres globaux observés. Enfin, la troisième phase de démonstration reprend le concept de la précédente, mais crée des sous-ensembles virtuels d'utilisateurs, aux moteurs de prix indépendants. Les prix sont alors calculés en fonction de moyens de production virtuels, et de la consommation du sous-ensemble d'utilisateurs assignés à ceux-ci. L'idée est de simuler ainsi des « mini-réseaux ». Elle vise à démontrer que l'utilisation de prix dynamiques dépendant de la localisation permet de fournir une aide dans la résolution des effets de congestions locaux sur le réseau électrique.

Enfin, on notera dernièrement, qu'à l'automne 2011 (Tableau 5), Ostkraft fait l'acquisition d'une habitation qui sera utilisée comme vitrine pédagogique du projet. Nommée « Villa Intelligente », elle intègre l'ensemble des technologies développées dans le projet EcoGrid et constitue un nouvel outil de communication. Visitable par le public, son but est de présenter concrètement le fonctionnement des appareils, sensibiliser les habitants, mais aussi éclairer sur ce qu'est le projet EcoGrid.

### **2.5.2. La phase de recrutement des participants au projet**

L'objectif initial du projet était l'obtention d'un effectif de 2000 participants, répartis en 4 groupes de la manière suivante :

Un premier groupe dit « de référence » constitué de 200 utilisateurs qui n'auront pas de rôle actif à jouer au sein du projet. Ils pourront cependant participer aux groupes de discussions, accéder au site et aux informations sur le projet mais pas au système de tarification dynamique.

Un second groupe dit de « contrôle manuel », constitué de 500 utilisateurs qui recevront certains des équipements (notamment les compteurs intelligents et

certain instruments de pilotage énergétique) et qui pourront accéder aux tarifs dynamique. Toutes les actions de pilotage, entreprises sur leurs appareils doivent cependant venir de leur propre initiative, en réponse aux fluctuations de prix.

Un troisième groupe dit de « contrôle automatique », constitué de 1300 personnes, dont les appareils seront pilotés automatiquement par le système. Ce groupe est lui-même divisés en deux, entre les maisons utilisant la technologie de IBM, et celles utilisant la technologie de SIEMENS.

Le dernier groupe est composé des opérateurs industriels et commerciaux, qui posséderont eux-aussi des systèmes de contrôle et de planification automatiques en temps réel.

Une des caractéristiques fondamentales des utilisateurs du groupe « contrôle automatique » devait être de posséder obligatoirement un mode de chauffage électrique ou bien une pompe à chaleur, afin de pouvoir mettre en œuvre les outils de pilotage. Cette condition a considérablement compliqué le recrutement car sur les 20000 ménages de l'île, seulement 2500 sont recensés comme en possédant. Il fallait donc en recruter plus de la moitié d'entre eux, là où les 700 utilisateurs nécessaires, sans ces moyens représentent 4% des ménages de l'île. Au final, 1948 ménages ont été retenus, et la répartition obtenue fût de respectivement 350, 500 et 1098, car 150 personnes qui ne voulaient pas d'équipements de pilotage automatique de leur chauffage ont été transférés au groupe de référence.

Avant de commencer le recrutement, le projet EcoGrid a entamé des activités de sensibilisations générales aux Smart Grids, à destination de l'ensemble des habitants de l'île, via la presse, les médias, des traques lors d'évènements locaux etc... L'objectif de cette démarche était de faire naître une curiosité et un certain intérêt des habitants pour le projet. Des personnalités politiques locales ont été invités à s'exprimer, mais aussi à participer à des manifestations comme par exemple l'inauguration de la « Villa intelligente ». L'ouverture de celle-ci en février 2012 (Tableau 5) a marqué le début de la phase de recrutement. Un second événement très médiatisé a permis de rassembler plus de 1000 personnes au cours d'une après-midi pendant laquelle les membres du projet, les élus, et les habitants ont pu échanger.

La communication du projet fût d'abord adressée de manière générale à tous les habitants de l'île, et se concentra sur la mise en avant des avantages sociaux et environnementaux du projet. Le caractère insulaire du territoire renforce l'émergence d'un sentiment d'appartenance à une communauté, et la mise en place d'une telle communication s'avère être des plus pertinentes. Il a été décidé de se concentrer sur ces critères plutôt que sur des possibles avantages financiers individuels, car les gains réalisés sur la facture sont minimes (si toutefois il y en a). Les utilisateurs espérant de telles retombées risqueraient alors de subir une sévère désillusion qui compromettrait leur motivation à poursuivre. Par ailleurs, les participants ont été garantis que, d'une part ils ne pourraient perdre d'argent en participant au projet, et d'autre part qu'ils recevraient gratuitement les équipements nécessaires (et les conserveront à la fin).

Cependant, la nécessité d'attirer 1300 ménages possédant une pompe à chaleur ou un système de chauffage électrique a nécessité un effort de communication supplémentaire dans la dernière phase du recrutement. Ainsi, il a davantage été mis en avant les avantages personnels que pouvaient en tirer les participants, et la communication s'est tournée spécifiquement vers ces personnes, prenant la forme de messages engageant tels que « Si votre voisin participe, alors peut-être que vous

aussi vous pourriez être intéressé ». A la fin de l'été 2013 (Tableau 5), la majeure partie des participants avait été recrutée, mais l'inscription des 300 derniers clients restant s'est étalée encore sur près de 5 mois et nécessita des prises de contacts directes (téléphoniques ou en face à face). Enfin, avant d'obtenir les 1948 ménages finalement retenus, il a fallu également s'assurer qu'ils correspondent tous aux critères de recrutement, ainsi que de la compatibilité de leurs appareils.

### **2.5.3. La phase de déploiement**

L'installation des compteurs intelligents ainsi que des systèmes de management énergétique (permettant de piloter son chauffage, par exemple), s'est déroulée tout au long de la phase de recrutement. Le nombre important de ménages à équiper et les tests techniques nécessaires pour s'assurer du bon fonctionnement, ont nécessité un démarrage en avance. Si la technologie ne fonctionne pas correctement dès le début de la démonstration, cela peut frustrer le client et remettre en cause sa correcte implication. Durant ces phases d'installation, tous les ménages participants ont également reçu une formation pour apprendre à utiliser les outils qu'ils allaient recevoir. Au-delà de l'aspect techniques, ils ont également été renseignés sur les gestes et les bonnes pratiques à avoir, sur les comportements à adopter en cas de problèmes et où trouver les informations le cas échéant.

Pour leur permettre de gérer leurs équipements et leur consommation, les utilisateurs avaient accès à EcoHome, le portail web en ligne où ils pouvaient paramétrer leurs préférences relatives au confort thermique souhaité et au pilotage de leurs installations. Sur ce portail, ils avaient également accès à leur espace « Mon EcoGrid » sur lequel se trouve l'information des prix en temps réels, les données de consommation, des commentaires personnels ou communautaires etc... Enfin, au cas où ils le souhaiteraient, les utilisateurs avaient également la possibilité d'arrêter manuellement les outils de contrôle installés chez eux, si leur fonctionnement ne leur convenait pas.

Une grande partie de la communication en ligne s'est également opérée via le site Web du projet du projet (Eecogridbornholm.dk). Près de 100.000 visites ont été recensées durant la période de démonstration, dont la moitié d'entre elles se concentrent sur le fil d'actualité et les nouveautés. C'est également sur ce site que les participants peuvent consulter la FAQ du projet, mise à jour en permanence, et constituant l'outil le plus efficace de résolution des problèmes tout au long des phases de recrutement, de déploiement et de monstration. Elle permet de répondre aux questions les plus typiques des utilisateurs, tel que le fonctionnement d'une interface ou les problèmes de connexion.

Parmi les ménages équipés de solutions d'automatisations, ceux possédant celles développées par IBM voient leur consommation directement pilotée par des algorithmes. Le profil thermique de chaque maison est déterminé en fonction des habitudes quotidiennes, des pratiques énergétiques, des caractéristiques de l'habitat, de l'isolation etc...

---

*« Si vous avez l'habitude de laisser la fenêtre ouverte pour laisser passer votre chat, vos paramètres ne seront pas les mêmes que celles de quelqu'un qui laisse ses fenêtres fermées. Grâce au profil thermique, nous pouvons déterminer la marge de manœuvre de chaque logement. L'objectif est que les occupants ne constatent aucune dégradation de leur qualité de vie. »*

---

Explique Dieter Gantenbein, chef du projet au centre de recherche d'IBM à Zurich (Courrier International (2013)). Les participants peuvent également fixer les températures minimales et maximales qu'ils souhaitent avoir dans la maison. « *S'il fait 21 °C chez moi et qu'ils ont besoin d'électricité ailleurs, ils peuvent éteindre mon chauffage et laisser la température retomber jusqu'à 18 °C* » confie Martin Kok-Hansen (Courrier International (2013)), un des premiers habitants de l'île à être équipé d'une solution complète comprenant un compteur intelligent, un relais installé sur ses chauffages et un thermostat intelligent dans son salon.

Enfin, le projet a pris du retard, tant au niveau de l'installation des équipements et de la résolution des problèmes que celui du recrutement, et la date de début de la démonstration a dû être repoussée. Ce retard s'est au final répercuté sur la dernière phase (Phase 3) de démonstration qui n'a pu être activée qu'auprès d'un échantillon test, et qui ne représente donc pas une véritable preuve démonstrative du concept.

#### **2.5.4. Résultats et prises de recul sur l'expérimentation**

Avec le déploiement des nouvelles pratiques énergétique, comme les voitures électriques, les moyens d'autoproduction, d'autoconsommation et de stockage chez les particuliers, les habitudes des ménages sont amenées à évoluer et l'intérêt pour la démarche entreprise dans ce projet est particulièrement marqué. Ce dernier se traduit au travers de la couverture médiatique dans la presse locales et nationale Danoise ainsi que Norvégienne, où pas moins de 72 articles ont été publiés, mais également dans la presse internationale ou en sont recensés une quinzaine.

**Tableau 6 : Objectifs et résultats du projet EcoGrid (2016), adaptés par l'auteur**

<b>Objectifs</b>	<b>Résultats</b>
200 foyers constituant le groupe de référence	350
500 foyers constituant le groupe manuel	500
1300 foyers constituant le groupe automatisé	1048
20 industriels ou tertiaires partenaires	18
60Kw de réduction totale de la charge de pointe sur les 500 ménages du groupe manuel	29Kw
425Kw de réduction totale de la charge de pointe sur les 1300 ménages semi-automatisés	583Kw
50Kw de réduction totale de la charge de pointe pour les 20 industriels	61Kw



Réduction de 1% de la charge totale des pics mesurés sur Bornholm	1,2%
70% de clients positifs sur le projet	70%
50% de clients positifs sur la tarification en temps réel	47%
50% de clients positifs sur la façon dont leurs appareils sont contrôlés	64%
Augmentation de 5% de la part énergies d'origine renouvelable dans le mix de consommation électrique	8,6%
Réduction globale de 5% de la quantité d'électricité consommée pour les participants au projet	3%

L'objectif principal du projet EcoGrid, à savoir de tester la possibilité d'utiliser la flexibilité de la consommation, en réponse à un système de tarification dynamique, pour permettre un meilleur équilibrage du réseau, semble avoir été rempli. La conclusion du rapport final précise que cela est d'autant plus vrai pour les ménages qui disposaient de moyens d'automatisation. En effet, sur l'objectif initial d'une réduction totale de 425Kw des pics de consommation, les habitations bénéficiant de système de contrôles automatisés pour leurs chauffages et leur pompe à chaleur ont réalisé une réduction de 583Kw (Tableau 6).

Le groupe qui ne possédait pas d'aide technique en plus du système de prix dynamiques et de commentaires sur leur consommation ont en revanche enregistré une performance deux fois moins importante que prévue. Les informations dont ils disposaient ne semblent donc pas constituer en eux-mêmes un moteur suffisant de changement de comportement. Le projet apporte trois justifications à ce résultat. Tout d'abord, les fréquentes erreurs techniques survenues dans le système de commentaires qui ont pu perturber les consommateurs. Puis, l'inadéquation des emplois du temps des habitants avec les besoins du réseau (les pics ou les hausses de prix peuvent survenir lorsqu'ils ne sont pas chez eux et n'ont pas les moyens d'adapter leur consommation en conséquence). Enfin, la mise en avant au début du projet et dans le contrat, que les participants ne pourraient, quoi qu'il arrive, pas perdre d'argent en participant au projet.

Cependant on peut apporter une quatrième précision, issue des enseignements psychologiques que nous avons vu précédemment. En effet, il convient de mentionner l'importance de l'automatisation dans la décharge cognitive. Contrairement au groupe manuel, les utilisateurs possédant des systèmes de pilotages automatisés ont moins besoins de réfléchir pour réaliser des gains énergétiques. Ils se reposent sur l'outil d'automatisation et se débarrassent ainsi d'une charge cognitive très importante. En faisant cela, ils sont alors plus à même d'endosser la charge de la réalisation de d'autres actions.

L'objectif de réduction de 5% de la consommation globale des participants n'a pas non plus été atteint. Cette objectif ne découlait pas directement de la mise en place du nouveau système de prix, mais s'appuyait sur le postulat qu'au vu de la sensibilisation accrue et des connaissances acquises sur l'énergie de la part des participants, ceux-ci seraient incités à adopter des comportements plus sobres énergétiquement. Il semblerait donc que l'effet des informations transmises ne soit pas aussi important que prévu.

Toutefois, la tarification dynamique a permis de remplir les objectifs de réduction des pics de consommation de l'île (1,2% sur les 1,0% de prévu), mais également de favoriser la consommation d'énergie d'origine renouvelable, puis-ce que celle-ci a augmenté de 8,6% durant la durée de l'expérimentation (Tableau 6).

La participation et la satisfaction des utilisateurs a été évaluée tout au long du projet. Trois enquêtes web sur la base du volontariat ont été menées, en janvier 2013 (925 répondants), à l'automne 2014 (662 répondants), et en avril 2015 (664 répondants). Dans le sondage final, 70% des répondants ont évalué positivement leur participation au projet. Plus de 80% d'en eux se sont dits prêts à renouveler une expérience du même type s'ils en avaient l'occasion. Près de la moitié des interrogés émettent un avis positif sur le mode de tarification dynamique, et plus de 64% des concernés ont trouvé intéressant le contrôle de leurs appareils.

Cependant, ces chiffres sont à relativiser. Tout d'abord, ils se basent sur les 664 personnes volontaires ayant répondu au sondage. On peut dès lors émettre l'hypothèse que dans l'ensemble, les personnes ayant un avis positif sur le sujet sont plus susceptibles de prendre le temps de répondre, et qu'à l'inverse les personnes les moins intéressées et ayant un avis plutôt négatif n'auront pas envie de consacrer davantage de leur temps pour faire la démarche. De plus, le projet dénombre 200 abandons en cours de route, c'est-à-dire des personnes qui ont souhaité quitter le projet avant la fin de celui-ci, et qui ne sont pas non plus prises en compte parmi ces résultats. Enfin, la majorité des répondants au sondage (70%) appartiennent au groupe de contrôle automatique, qui ne représente normalement que 53% des participants, et dont l'expérience différente est susceptible d'influencer leurs avis.

En début de projet, le principal facteur de motivation des utilisateurs à rejoindre l'expérience était la perspective de tout de même réaliser des gains économiques. En effet, 41% des interrogés le plaçaient en premier, contre 24% pour les aspects environnementaux et 19% pour l'aspect novateur. On notera à ce propos que 90% des utilisateurs qui ont abandonné le projet faisaient partie du groupe des ménages automatisés, et que le facteur principal de motivation pour eux à participer à l'expérience était la réalisation d'économies financières. Ainsi la désillusion à ce sujet semble être la principale source d'abandon. A la fin du projet, la satisfaction générale fût essentiellement tirée du fait d'avoir fait partie d'une expérience passionnante et utile pour la communauté de Bornholm, contribuant à la réalisation d'objectifs sociaux et environnementaux, loin devant les possibles économies financières.

### **2.5.5. La gestion des participants au sein du projet**

Le caractère insulaire de Bornholm et sa forte considération pour les questions énergétiques et environnementales en font un territoire de premier ordre pour tester des projets faisant appel à la participation des utilisateurs. En effet, un sentiment d'appartenance communautaire s'est naturellement développé au sein de cette société, régulièrement confrontée aux questions de sécurité d'approvisionnement énergétique. Cependant, si les prédispositions et les affects des individus sont propices au développement d'un tel projet, la question de leur engagement reste entière. La première étape pour EcoGrid fût d'intéresser les habitants au projet. Pour cela, une communication très en amont a été opérée,

faisant naître une certaine curiosité chez les habitants. Toutefois, entre la phase de conception, celle de recrutement, l'installation du matériel et le passage à la démonstration réelle, il s'est écoulé plusieurs années. Le défi fût alors de maintenir les participants intéressés. En effet, l'effervescence de la nouveauté et l'enthousiasme autour du projet diminuent au fil du temps et peuvent rapidement conduire à la déception. Plusieurs vagues de désistements ont d'ailleurs eu lieu entre le début et la fin de la période de recrutement. Toutefois, ce temps d'attente était une étape obligée devant l'ampleur du test (près de 2000 utilisateurs), et la nécessité de vérifier et d'installer le matériel nécessaire.

Pour maintenir l'engagement des utilisateurs, les actions de communication se sont multipliées : presse, TV, radio, mails, tracts lors d'autres manifestations... presque tous les supports ont été utilisés. Deux événements ont principalement marqué cette stratégie, celui de lancement du recrutement, et un second qui a été motivé en grande partie par le déclin observé de l'effervescence autour du projet.

Les support Web ont également joué un rôle important tout au long du projet et ont permis de tenir constamment informés le plus de participants possibles, afin d'éviter de laisser retomber leur motivation. Le site du projet, fût le véritable centre névralgique des activités, où les utilisateurs furent invités à se connecter régulièrement pour suivre l'avancement du projet. La proposition de contenu très régulier et l'actualisation permanente des informations et de la FAQ étaient un point clé pour les organisateurs. Un espace « Forum », des supports vidéos, ainsi qu'un groupe Facebook privés ont également été mis en place pour favoriser les interactions avec, et entre, les utilisateurs.

---

*« Mon impression est que les participants ont été très actifs. Ils se sont donnés des conseils, mais ont également pu exprimer leurs préoccupations. Les plaintes, suggestions et commentaires critiques ont servi comme une sorte de jauge de satisfaction des participants, permettant d'améliorer le produit. Facebook a aussi été utilisé comme un moyen d'organiser les réunions et de prévenir et convier les utilisateurs. Enfin nous avons eu l'occasion d'anticiper des problèmes potentiels le plus tôt possible. »*

---

Entretien avec Eva Sass Lauritsen, SEASNVE–société énergétique Danoise (EcoGrid, 2016, « Experience with Consumer Communications and Involvement in Smart Grid »).

L'utilisation de groupes « fermés » sur les réseaux sociaux permet notamment une proximité plus grande avec les utilisateurs, des discussions plus facilement contrôlable et un ciblage de la communication plus efficace. Cependant, le succès de ces plateformes fût mitigé, car si un noyau très actifs d'utilisateurs a pu être identifié, les participants dans leur globalité ne les ont pas activement utilisés. Seulement 58% des participants ont accepté de « rejoindre » simplement le groupe Facebook, sur lequel une grande partie s'avèrent inactifs. Quant au forum de discussion, il n'a été visité que 1900 fois du 01/01/2013 au 18/11/2015, ce qui est finalement peu pour un tel support d'échange (pour une seule question posée ou réponse apportée, un même utilisateur passera généralement de nombreuses fois, faisant augmenter mécaniquement le nombre de visites).

Ces moyens dématérialisés sont une manière d’impliquer le consommateur dans le processus du projet. Il peut ainsi réagir, proposer, critiquer, et donc orienter les choix qui sont faits. Cette importance qui lui est accordée se traduit par un sentiment d’appartenance communautaire et d’implication, renforcés. Les rencontres en face à face participent également à ce sentiment. Que ce soit lors des installations de matériels, de dépannage, ou bien lors des événements communautaires, toutes les occasions de dialogues avec l’utilisateur sont constructives. Pour aller plus loin dans ce processus, EcoGrid a également mis en place, des ateliers de discussions. Au nombre de 8 au total et composés d’une dizaine d’utilisateurs volontaires à la fois, ils furent l’occasion de transmettre de l’information, d’obtenir des retours d’utilisations et des conseils (aussi bien pour les utilisateurs que pour les gestionnaires du projet), et de mettre en évidence des points d’insatisfaction ou de satisfaction de la communauté.

Enfin, très peu mis en avant dans la documentation, il semblerait qu’un système de points ait également été mis en place, permettant d’accumuler ces derniers en fonction des efforts individuels des ménages dans le projet. Cependant il ne s’agit pas véritablement d’un moyen d’engagement des consommateurs, mais plus une récompense « bonus » pour leur participation ; celle-ci étant mise en place après-coup et faisant suite aux nombreux problèmes techniques et retards accumulés. En fonction du nombre de points accumulé, les consommateurs recevaient en fin de projet un panier garnis de chocolats plus ou moins important.

### 2.5.6. Conclusion sur les modalités d’implication des consommateurs et de leur activation au sein du projet EcoGrid

Le tableau 7 ci-dessous tente d’appliquer les enseignements et le cadre méthodologique vu précédemment, au projet EcoGrid. De la même manière que pour le projet CityOpt précédemment, il s’agit ici aussi d’obtenir une vue d’ensemble du degré mais aussi des outils, d’implication des consommateurs, activés au sein du projet.

**Tableau 7 : Tableau récapitulatif des outils et des stratégies employées dans le projet EcoGrid (élaboré par l’auteur)**

Enseignements	Mise en œuvre dans le projet
<b>La nécessité de caractériser et de connaître sa population cible</b>	
Les facteurs de motivation	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Participer à un projet d’envergure communautaire et d’utilité générale.</li> <li>- Attirer la lumière sur l’île de Bornholm à l’échelle européenne</li> </ul>
La segmentation de la population	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Enquêtes sur la population de l’île</li> <li>- Tests de technologie sur un petit échantillon</li> </ul>
<b>Les stratégies de changement de comportement basées sur l’individu</b>	

Les incitations économiques et les modes de tarification	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mise en place d'un système de tarification dynamique</li> </ul>
Le cas particulier des systèmes de collecte de points virtuels et d'agrégation des valeurs	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mise en place d'un système d'accumulation de points « bonus » donnant lieu à une récompense en fin de projet.</li> </ul>
Le feedback aux utilisateurs	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Commentaires personnels sur la consommation individuelle des ménages</li> <li>- Transmission d'informations riche et diverse sur les sujets liés à l'énergie</li> <li>- Conseils personnels en ligne mais aussi en face à face lors des installations techniques</li> <li>- Ateliers discussions</li> </ul>
Les nudges	L'utilisation volontaire de nudges n'a pas été mise en avant dans les rapports finaux.
Maitriser sa communication	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Communication en amont du projet</li> <li>- Elaboration d'une FAQ très détaillée et régulièrement mise à jour</li> <li>- Ouverture de la « Villa intelligente »</li> </ul>
<b>Donner à son projet une dimension communautaire</b>	
La mobilisation d'acteurs locaux	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Participation du Maire de Bornholm et d'élus locaux aux manifestations</li> <li>- Forte couverture médiatique locale au lancement du projet, mais aussi durant son expérimentation</li> <li>- Couverture médiatique à l'internationale</li> </ul>
Les stratégies d'engagement communautaire	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mobilisation de l'ensemble des secteurs d'utilisateurs finaux (industriels, tertiaires et résidentiels) pour augmenter le sentiment d'effort général et les performances du projet.</li> <li>- Événements communautaires</li> </ul>
Les médias sociaux et le marketing 2.0	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilisation d'un groupe Facebook réservés aux utilisateurs du projet.</li> <li>- Utilisation d'un Forum sur le site du projet.</li> <li>- Communication ciblée 2.0 et planification de rencontres</li> </ul>

De nombreux moyens de feedback sont mis en œuvre durant le projet. Comme le montre la Tableau 7 ; des moyens d'assistance à domicile, d'entretiens, forum, commentaires personnels sur sa consommation etc... ont été déployés dans le but de changer les habitudes de consommation des ménages. Cependant, l'effet est moins important que prévu, et seulement 3% sur les 5% visés d'économie d'énergie globale sont enregistrés (Tableau 6).

Dans ce projet, les moyens mis en place semblent davantage être ciblés sur l'individu et n'exploitent pas un contexte social plus large, aux moyens d'outils tels que pourraient l'être la comparaison sociale (mon voisin fait-il mieux que moi ?) ou la compétition entre les usagers. La dimension communautaire insufflée au projet semble reposer davantage sur sa situation géographique et les particularités

inhérentes de l'île de Bornholm (ses habitants, leurs affinités avec les questions écologiques, environnementales et énergétique), que sur une véritable construction commune et implication personnelle de ces derniers. De nombreux utilisateurs semblent finalement assez passifs face au projet, en raison notamment des caractéristiques même de celui-ci. Certains utilisateurs n'avaient par exemple pas grand-chose à faire une fois le pilotage automatique de leurs appareils enclenchés. Les membres groupe de contrôle n'avaient quant à eux aucun véritable rôle actif à jouer. Il y a donc un arbitrage à effectuer entre la dose d'automatisation que l'on souhaite au sein d'un projet. Si rien n'est automatisé, alors les performances réalisées peuvent être en deçà des attentes, du fait de la surcharge cognitive qui affecte les individus, et à l'inverse si trop de choses sont automatisées, alors finalement personne ne s'engage véritablement et aucune valeur ni comportement ne changent.

Les conclusions du projet mentionnent que l'attention portée à la technologie a occupé une place prépondérante. Cependant, l'importance de rendre l'utilisation de la domotique pratique et intuitive pour le client a en contrepartie été sous-estimée. « *Nous nous sommes concentrés sur le fait que le système devrait fournir les bonnes informations et non pas la façon dont l'information devrait être transmise au client* » confie Martin Bo Sjoberg (Siemens, 2015, retranscrit dans EcoGrid, 2016, « Experience with Consumer Communications and Involvement in Smart Grid »).

Conséquences, le nombre de requêtes et de problèmes techniques rencontrés par les utilisateurs a été particulièrement élevé et a nécessité la mobilisation de nombreuses ressources. Au premier semestre 2014, Ostkraft a reçu environ 1700 appels téléphoniques, à raison de 70 à 180 par semaine, et 450 emails. Les requêtes les plus fréquentes concernaient des questions sur les équipements ou des conseils techniques (26%), des problèmes d'identification ou de mots de passe (20%) ou encore des réservations de rendez-vous pour le déplacement d'un technicien (17%). Le service client mis en place, le suivi, les entretiens ainsi que les déplacements à domicile (Figure 19) ont été menés avec un degré de qualité et de personnalisation tout particulier, au point toutefois d'en devenir dommageable pour le projet. En effet, plus de 80% de la communication du projet lors de la période de démonstration consistait exclusivement en un support client individuel et personnel visant à répondre aux mécontentements et aux problèmes techniques.

Si un soutien individualisé à la clientèle est source d'une meilleure implication de sa part, l'utilisation extensive de celui-ci s'avère être particulièrement coûteuse dans le cadre d'un déploiement de grande envergure. Il est donc nécessaire de favoriser l'utilisation de moyens plus impersonnels et généralisés. Mais aussi ; de mettre l'accent sur la pédagogie, l'intuitivité et la facilité d'utilisation des outils, de manière à ce que l'utilisateur puisse trouver de lui-même la solution ou bien qu'il puisse accéder en un minimum d'efforts à l'information qu'il recherche.

C'est le degré d'automatisation souhaité qui doit déterminer la quantité et la nature des informations à transmettre. En automatisant le consommateur, on le fait se concentrer sur des choix plus spécifiques qui ne sont a priori pas déterminables automatiquement, et pour lesquels il y a besoin de toute son attention. Il convient donc de réduire l'information sur ce qui peut être automatisé, et au contraire de faire attention à ce que les informations sur le reste soient justes et permettent de prendre correctement les décisions.

Au final, EcoGrid reste cependant une expérience très intéressante de par son envergure, le soutien qu'il a reçu, et le fait qu'il ait réussi à recruter non seulement les consommateurs les plus enthousiastes mais également ceux qui n'avaient pas d'intérêt particulier pour la technologie, l'énergie ou l'environnement. Or ces derniers, motivés généralement par des gains financiers et leur intérêt personnel, représentent probablement une large majorité dans la société future où sera commercialisée les offres Smart Grids. Par conséquent, l'expérience acquise par le projet, les points d'intérêts mis en valeurs et les besoins relatifs aux consommateurs, pourront sans doute servir et être répliqués ailleurs.

## Conclusion

S'il est trop tôt pour affirmer que les réseaux intelligents posent les bases de ce qui sera la prochaine grande révolution industrielle Humaine, il est néanmoins possible de dire qu'ils représentent un changement de paradigme majeur dans la manière de concevoir nos systèmes énergétiques. L'intégration d'énergies décentralisées, les nouvelles pratiques de consommation, et les enjeux environnementaux poussent à réinterroger notre manière de concevoir nos systèmes énergétiques. Grâce aux nouvelles possibilités offertes par les NTIC, les compteurs intelligents, et les modes de stockages, les réseaux électriques deviennent flexibles et pilotables, révolutionnant la manière de produire et de consommer l'électricité. Les solutions techniques Smart Grids se développent à travers toute l'Europe, et parmi elles, nous avons vu que le consommateur et la flexibilité de la demande avaient un rôle primordial à jouer. Ce rôle est de plus en plus estimé par les pouvoirs publics et les porteurs de projets et se traduit au travers de l'augmentation constante du montant des investissements engagés dans les démonstrateurs de gestion de la demande d'énergie (DSM).

Nous avons vu que l'implication des consommateurs constituait un élément capital dans la réussite des projets, malgré cela, trop d'entre eux conçoivent encore leur offre sous un angle technique et technologique. Or, il a été démontré la nécessité d'engager les consommateurs dans un processus d'adoption des technologies plutôt que dans celui d'acceptation. Ce passage d'un statut passif à celui de consommateur actif s'opère dans le cadre contextuel dressé tout au long du présent document, et doit tenir compte d'un ensemble de facteurs socio-comportementaux pour éviter d'aller au-devant de phénomènes de rejets ou de sous-utilisations des solutions proposées. Ainsi, nous avons pu voir que la facilité d'utilisation d'une technologie ainsi que son utilité, constituaient des modalités d'implication non négligeables, influencées elles-mêmes par des craintes et des variables exogènes diverses. Il apparaît alors important d'envisager l'individu mais aussi l'utilisation de la technologie proposée, dans un contexte social plus large, prenant en compte l'influence des normes, des valeurs et des croyances. Dans ce but, nous avons tenté de fournir une explication des principales théories psychologiques applicables au domaine des Smart Grids. Si la capacité de ces modèles à fournir des résultats robustes reste limitée, avoir connaissance des grandes tendances psychologiques et des principaux facteurs d'influences à l'œuvre fourni de précieux enseignements sur les modalités d'implication des consommateurs. En s'inspirant de ceux-ci, et grâce à l'analyse de la réussite ou des échecs des projets Smart Grids Européens, il est possible de définir un cadre type pour évaluer la manière d'impliquer les consommateurs au sein d'un projet. Ce cadre, tel que présenté dans la seconde partie de cette ouvrage, apporte une seconde partie de réponse à la problématique qui nous intéresse. Il attire l'attention sur trois grands domaines d'intérêts favorisant l'implication des consommateurs, et fourni des recommandations pour l'activation de chacun d'eux.

Il insiste tout d'abord sur la nécessité d'étudier et de révéler les différentes pratiques, caractéristiques et attentes de la population visée. Les données récoltées permettent de compléter les profils psychologiques des consommateurs, établis dans la première



partie, et de fournir un cadre contextuel à leurs comportements. De plus cette phase peut être l'occasion d'une première prise de contact avec les futurs participants. Grâce aux retours obtenus, le projet pourra ensuite concevoir différentes stratégies individuelles d'engagement. La qualité et la diversité de celles-ci seront étroitement liées à la connaissance qu'il aura de l'utilisateur final. Au plus les informations et les solutions seront personnalisées et en accord avec les normes et les croyances de la population, au plus elles assureront un haut niveau d'engagement. Même si certains placent les motivations financières largement devant, les feedbacks constituent un outil majeur pour activer l'implication des individus, car ils permettent de sensibiliser et contribuer à l'émergence de nouvelles normes personnelles. Mais aussi, ils permettent de lever certains risques ou préoccupations des utilisateurs, qui pourraient être dommageables pour leur implication.

Parmi les pratiques les plus intéressantes relevées, certains mettent en avant l'utilisation de systèmes de points ou de collectivisation des bénéfices. En effet, un des problèmes récurrents des projets Smart Grids, est le faible gain individuel réalisé par les participants. Or ces gains sont l'un des facteurs de motivation les plus importants, pouvant remettre totalement en question la participation des utilisateurs au projet. Dans ce cas, plutôt que de collecter les gains à l'échelle individuelle, il est possible d'envisager des collectivisations à l'échelle d'un groupe ou d'une communauté. En faisant cela, chaque individu pourra consommer la totalité du bien qui sera fourni, sans en diminuer la valeur pour les autres. Autrement dit, tout le monde pourra profiter d'un service ou d'un équipement d'une valeur égale à la somme agrégée par tous.

Enfin, reprenant le concept de l'influence d'un contexte sociale sur l'individu, plusieurs projets mettent en avant l'importance de faire naître un sentiment d'appartenance communautaire auprès des participants. L'idée est de transformer l'adoption d'une nouvelle pratique, en l'émergence d'une nouvelle norme sociale.

Pour cela, la première étape est d'ancrer son projet dans une localité, et développer des partenariats avec les acteurs et les médias locaux. Non seulement ceux-ci sont important en terme d'image et de visibilité du projet, mais ils permettent aussi de raviver plusieurs fois la motivation du public au cours du temps.

Toutefois, de par la diversité des situations et des facteurs d'influences, ce cadre ne fournit pas des recommandations « clés en mains » et universelles pour le développement d'un projet. Il permet seulement d'interroger celui-ci sur la manière de prendre en compte de ces thématiques et l'invite au recul et au cheminement nécessaire pour concevoir l'offre la plus adaptée à sa situation. En outre, il serait également intéressant, afin d'étoffer la réflexion, de joindre à ce travail une analyse des outils socio-économiques mobilisables dans les projets impliquant les consommateurs. Elle permettrait d'apporter un éclairage supplémentaire sur le contexte des changements de comportements et des leviers d'actions inexplorés dans ce document.

En plus de tester la validité et l'application du cadre méthodologique développé, les deux études de cas analysées, ont pu nous livrer de précieuses informations sur la manière d'activer l'implication des consommateurs au sein d'un projet.

Dans le cas de CityOpt tout d'abord, le projet a su prendre en compte très tôt les craintes et les préférences des consommateurs. Il exploite les leviers de la motivation communautaire et de la création de normes personnelles et sociales. Grâce aux trois projets sociaux à financer, il cherche également à faire émerger un comportement

altruiste chez les consommateurs, pour les pousser à changer leurs habitudes de consommation. Cependant on peut reprocher au projet l'adoption d'une démarche exclusivement tournée sur l'expérimentation et l'absence de tout modèle économique viable. Or l'analyse de ce mémoire a montré à plusieurs reprises que les facteurs de motivations environnementaux et sociaux ne suffisaient pas à eux seul à motiver durablement les individus.

Dans le cas de EcoGrid, l'étude menée a mis en avant les difficultés à maintenir l'engagement et la motivation des individus au cours du temps. L'utilisation importante de solutions d'automatismes permet de soulever des points intéressants. Celui de la notion de décharge cognitive tout d'abord, renvoyant aux théories psychologiques de l'habitude. Les ménages ayant des solutions d'automatisation ont ainsi moins besoin de réfléchir et peuvent se concentrer sur des choix plus spécifiques qui ne sont pas automatisables. Cependant, la contrepartie est qu'ils ne s'engagent que très peu au sein du projet. A l'inverse, les personnes ne possédant pas ces moyens supportent l'entière charge cognitive supplémentaire dû aux modifications de leurs habitudes.

De nombreux projets Smart Grids sont encore dans des phases de démonstration. Le passage à un déploiement à grande échelle devra toucher l'ensemble des utilisateurs, y compris les moins intéressés. Ce changement de dimension risque de s'avérer difficile pour les projets, et la multitude de profils de consommateurs nécessitera sans doute une adaptation des outils, des informations et de la valeur proposée à chacun. Dans ces conditions, on peut alors se demander quel serait le degré d'automatisation optimal des ménages, permettant d'assurer un pilotage automatique suffisant sans pour autant dégrader l'intérêt et l'implication des ménages ?

## Bibliographie

### *Articles et ouvrages*

- **Ajzen** (1991) « The Theory of Planned Behavior » *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, volume 50, pages 179-211
- **Alvial Palavicino** (2011) « A methodology for community engagement in the introduction of renewable based smart microgrid » *Energy for Sustainable Development*, volume 15, Pages 314-323
- **Anda** (2014) «Smart metering for residential energy efficiency: The use of community based social marketing for behavioural change and smart grid introduction » *Renewable Energy*, volume 67, Pages 119-127
- **Mengolini**, JRC (2016) « Exploring Community-Oriented Approaches in Demand Side Management Projects in Europe », *Sustainability*, volume 8, pages 1266
- **Balta-Ozkan** (2013) « Social barriers to the adoption of smart homes », *Energy Policy*, volume 63, pages 363-374
- **Cialdini** (1999) « A focus theory of normative conduct : a theoretical refinement and reevaluation of the role of norms in human behavior » *Personality and Social Psychology Bulletin*, volume 24, pages 1002-1012
- **Coutard et Rutherford** (2009), « Les réseaux transformés par leurs marges : développement et ambivalence des techniques décentralisées », *Flux*, n° 76-77, pages 6-13.
- **Davis et Venkatesh** (1996), « A critical assessment of potential measurement biases in the technology acceptance model : three experiments » *International Journal of Human-Computer Studies*, volume 45, pages 19-45
- **Duhigg** (2013) « Le pouvoir des habitudes : Changer un rien pour tout changer », Broché
- **Fadaeenejad** (2014), « The present and future of smart power grid in developing countries », *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, volume 29, pages 828-834
- **Fischer** (2008) « Feedback on household electricity consumption: a tool for saving energy? » *Energy Efficiency*, volume 1, pages 79–104
- **Fishbein et Ajzen** (1975) « Belief, attitude, intention and behavior: an introduction to theory and research », Addison Wesley

- **Goldstein et al.** (2008), “A room with a viewpoint: Using social norms to motivate environmental conservation in hotels”, *Journal of Consumer Research*, volume 35, pages 472-482
- **Huijts et al.** (2012) « Psychological factors influencing sustainable energy technology acceptance: A review-based comprehensive framework » *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, volume 16, pages 525-531
- **Kauffman** (2013) « Customer value of smart metering: Explorative evidence from a choice-based conjoint study in Switzerland », *Energy Policy*, volume 53, pages 229-239
- **Krishnamurti** (2012) « Preparing for smart grid technologies : A behavioral decision research approach to understanding consumer expectations about smart meters » *Energy Policy*, volume 41, pages 790-797
- **Mark S. Martinez** (2005) « California Information Display Pilot Energy Orb Evaluation », *Energy Programme Evolution Conference*, New York, pages 337
- **Moreno Muz** (2016) « Mobile social media for smart grids customer engagement : Emerging trends and challenges » *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, volume 53, pages 1611-1616
- **Park et al.** (2014), « A study of factors enhancing smart grid consumer engagement 2014 », *Energy Policy* volume 72, pages 211-218
- **Raufflet** (2014) « De l’acceptabilité sociale au développement local résilient », *Varia*, volume 14 numéro 2
- **Schwartz** (1977) « Normative Influences on Altruism » *Advances in Experimental Social Psychology*, volume 10, pages 221-279
- **Simon** (1972) « Theories of bounded rationality » *North Holland Publishing Company, Decision and Organizations*, Chapitre 8.
- **Stern** (2000), « Toward a Coherent Theory of Environmentally Significant Behavior » *Journal of Social Issues*, volume 56, pages 407–424
- **Zhang, et al.** (2011) « Evaluating government's policies on promoting smart metering diffusion in retail electricity markets via agent-based simulation », *Journal of Product Innovation Management*, volume 28, pages 169-186

## Publications et documents

- **Accenture** (2010) « Understanding Consumer Preferences in Energy Efficiency » <[http://www.smartgrids-cre.fr/media/documents/Accenture\\_Uilities\\_Understanding\\_Consumer\\_Preferences\\_France.pdf](http://www.smartgrids-cre.fr/media/documents/Accenture_Uilities_Understanding_Consumer_Preferences_France.pdf)>
- **Accenture** (2011) « Revealing the Values of the New Energy Consumer » <[https://www.accenture.com/t20160811T002328\\_\\_w\\_/us-en/\\_acnmedia/Accenture/next-gen/insight-unlocking-value-of-digital-consumer/PDF/Accenture-Revealing-Values-New-Energy-Consumer.pdf](https://www.accenture.com/t20160811T002328__w_/us-en/_acnmedia/Accenture/next-gen/insight-unlocking-value-of-digital-consumer/PDF/Accenture-Revealing-Values-New-Energy-Consumer.pdf)>
- **Actu-environnement** (2015), « Appel à Projets : Plan Industriel Réseaux Electriques Intelligents » <<https://www.actu-environnement.com/media/pdf/news-24455-appel-projets-smart-grids.pdf>>
- **Anthony Ferretti**, (2014), « Smart Grids : Les réseaux et compteurs d'électricité intelligents » <[https://cdn.hackaday.io/files/10879465447136/Recherche\\_SmartGrid.pdf](https://cdn.hackaday.io/files/10879465447136/Recherche_SmartGrid.pdf)>
- **Centre d'Analyse Stratégiques Français** (2011), « Nudges verts: de nouvelles incitations pour des comportements écologiques » la note d'analyse N°216 <[http://archives.strategie.gouv.fr/cas/system/files/2011-03-09-na-216-nudgesverts\\_0.pdf](http://archives.strategie.gouv.fr/cas/system/files/2011-03-09-na-216-nudgesverts_0.pdf)>
- **Courrier International** (2013), Jean Kumagai, « Innovation, le réseau électrique le plus intelligent du monde » <<http://www.courrierinternational.com/article/2013/08/29/le-reseau-electrique-le-plus-intelligent-du-monde>>
- **CRE** « Observatoire des marchés de détail du 1e trimestre 2017 » <<http://www.cre.fr/marches/observatoire-des-marches>>
- **IEA** : International Energy Agency (2011), « Empowering Customer Choice in Electricity Markets » <<https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/Empower.pdf>>
- **IEA** : International Energy Agency (2016): « World Energy Outlook 2016 » <[https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/WEO2016ExecutiveSummary\\_Frenchversion.pdf](https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/WEO2016ExecutiveSummary_Frenchversion.pdf)>
- **Jakson** (2005) « Motivating sustainable consumption » Sustainable Development Research Network, <[http://www.unternehmenssteuertag.de/fileadmin/user\\_upload/Redaktion/Seco@home/nachhaltiger\\_Energiekonsum/Literatur/entscheidungen\\_haushalte/motivating\\_sustainable\\_consumption\\_by\\_jackson.pdf](http://www.unternehmenssteuertag.de/fileadmin/user_upload/Redaktion/Seco@home/nachhaltiger_Energiekonsum/Literatur/entscheidungen_haushalte/motivating_sustainable_consumption_by_jackson.pdf)>

- **JRC** (2017) « Smart grid projects outlook 2017: facts, figures and trends in Europe » <[http://ses.jrc.ec.europa.eu/sites/ses.jrc.ec.europa.eu/files/u24/2017/sgp\\_outlook\\_2017-online.pdf](http://ses.jrc.ec.europa.eu/sites/ses.jrc.ec.europa.eu/files/u24/2017/sgp_outlook_2017-online.pdf)>
- **JRC** (2014) « Smart Grid Projects Outlook 2014 » <<https://ses.jrc.ec.europa.eu/publications/reports/smart-grid-projects-outlook-2014>>
- **JRC** (2013) « The social dimension of Smart Grids » <<http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC84662/the%20social%20dimension%20of%20smart%20grids%20consumer,%20community,%20osociety.pdf>>
- **Latribune** (2016), « Saint sulpice, la plus petite smartcité au monde » <<http://www.latribune.fr/regions/bretagne/saint-sulpice-la-foret-la-smart-city-rurale-626030.html>>
- **Médiateur national de l'énergie** (2016) « Baromètre énergie infos de septembre 2016 » <[http://www.energie-mediateur.fr/fileadmin/user\\_upload/Publications/Synthese\\_Barometre\\_ouverture\\_marches\\_MNE\\_2016.pdf](http://www.energie-mediateur.fr/fileadmin/user_upload/Publications/Synthese_Barometre_ouverture_marches_MNE_2016.pdf)>
- **Ministère de l'environnement, de l'énergie, et de la mer** (2016), « Programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE) 2016 » <<https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/sites/default/files/PPE%20int%C3%A9gralit%C3%A9.pdf>>
- **Parlement Européen** (2007), « Déclaration du 12/02/2007 » <<http://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?pubRef=-//EP//NONSGML+WDECL+P6-DCL-2007-0016+0+DOC+PDF+Vo//EN&language=EN>>
- **RTE (Réseau de Transport d'Electricité)**, (2009), « Bilan prévisionnel 2009 » <[http://www.rte-france.com/sites/default/files/bilan\\_complet\\_2009.pdf](http://www.rte-france.com/sites/default/files/bilan_complet_2009.pdf)>
- **RTE** (2014) « Feuille de route des réseaux électriques intelligents de la nouvelle France industrielle » <<http://www.rte-france.com/sites/default/files/fdroute.pdf>>
- **RTE** (2015) « Bilan 2015 » <[http://www.rte-france.com/sites/default/files/pictures/actu/rte\\_be\\_2015\\_interactif.pdf](http://www.rte-france.com/sites/default/files/pictures/actu/rte_be_2015_interactif.pdf)>
- **RTE** (2016), « bilan électrique 2016 » <[http://www.rte-france.com/sites/default/files/2016\\_bilan\\_electrique\\_synthese.pdf](http://www.rte-france.com/sites/default/files/2016_bilan_electrique_synthese.pdf)>
- **RTE** (2016) « Bilan prévisionnel 2016 » <[http://www.rte-france.com/sites/default/files/bp2016\\_complet\\_vf.pdf](http://www.rte-france.com/sites/default/files/bp2016_complet_vf.pdf)>
- **SGCC : Smart Grid Consumer Collaborative** (2011) « Excellence in consumer engagement » <<http://smartgridcc.org/wp-content/uploads/2011/10/SGCC->

Excellence-in-Consumer-Engagement.pdf.pdf>

- **Supelec** (2013), « Étude technico-économique du stockage de l'électricité » <[http://www.smartgrids-re.fr/media/documents/130317\\_RapportProjet\\_HARRICHESOULETIS.pdf](http://www.smartgrids-re.fr/media/documents/130317_RapportProjet_HARRICHESOULETIS.pdf)>
- **The Shift Project** (2015), Livre Blanc « Rendre plus flexibles les consommations d'électricité dans le résidentiel » <[https://www.theshiftproject.org/sites/default/files/files/livre\\_blanc\\_-\\_rendre\\_plus\\_flexibles\\_les\\_consommations\\_delectricite\\_dans\\_le\\_residentiel.pdf](https://www.theshiftproject.org/sites/default/files/files/livre_blanc_-_rendre_plus_flexibles_les_consommations_delectricite_dans_le_residentiel.pdf)>
- **US Department Of Energy** (2013), « Voices of Experience: Insights on Smart Grid Customer Engagement » <[https://www.smartgrid.gov/files/VoicesofExperience\\_Brochure\\_9.26.2013.pdf](https://www.smartgrid.gov/files/VoicesofExperience_Brochure_9.26.2013.pdf)>

## Sites Web

- **ANFR** : Agence nationale des fréquences « Compteur Linky » <<http://www.anfr.fr/controle-des-frequences/exposition-du-public-aux-ondes/compteurs-communicants/compteurs-linky/>>
- **ANSES** : Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (2016) « Compteurs communicants : des risques sanitaires peu probables » <<https://www.anses.fr/fr/content/compteurs-communicants-des-risques-sanitaires-peu-probables>>
- **BVA** : Institut d'étude de marché et d'opinion « Qu'est-ce que le nudge ? » <[http://www.bva.fr/fr/bva\\_nudge\\_unit/qu\\_est-ce\\_que\\_le\\_nudge/](http://www.bva.fr/fr/bva_nudge_unit/qu_est-ce_que_le_nudge/)>
- **Capenergie** « Les Réseaux Electriques Intelligents ou Smart Grids » <<http://www.capenergies.fr/nouveaux-projets-de-rd-et-industriels/grands-programmes/les-reseaux-electriques-intelligents-smart-grids/>>
- **Commission européenne**, « Paquet sur le climat et l'énergie à l'horizon 2020 » <[https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2020\\_fr](https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2020_fr)>
- **CRE (Commission de régulation de l'énergie)** « Flexibilité de la demande » <<http://www.smartgrids-cre.fr/index.php?p=flexibilite-demande>>
- **CRE** « L'utilisation du véhicule électrique comme moyen de stockage » <<http://www.smartgrids-cre.fr/index.php?p=stockage-vehicule-electrique>>
- **CRE** « annuaire des projets » <<http://www.smartgrids-cre.fr/index.php?p=france>>

- **CRE** « Le fonctionnement d'un réseau électrique intelligent » <<http://www.smartgrids-cre.fr/index.php?p=comprendre-les-smart-grids>>
- **CRE** « L'intégration des EnR » <<http://www.smartgrids-cre.fr/index.php?p=integrationenr>>
- **CRE** « Gamification » <<http://www.smartgrids-cre.fr/index.php?p=efficacite-energetique-gamification>>
- **Economie Gouv** (2013) « Nouvelle France industrielle » <<https://www.economie.gouv.fr/presentation-nouvelle-france-industrielle>>
- **EDF** (2014) « La consommation d'électricité en chiffres » <<https://www.edf.fr/groupe-edf/espaces-dedies/l-energie-de-a-a-z/tout-sur-l-energie/le-developpement-durable/la-consommation-d-electricite-en-chiffres>>
- **EIA** : Département de l'énergie de l'administration américaine <<https://www.eia.gov/>>
- **Eurostat**, « Statistiques de l'énergie » <<http://ec.europa.eu/eurostat/fr/web/energy/data/database>>
- **EY**, « Les applications des objets connectés d'aujourd'hui et de demain » <<http://www.ey.com/fr/fr/industries/power---utilities/ey-smart-grids-insights-13-les-applications-des-objets-connectes-d-aujourd-hui-et-de-demain>>
- **Ministère de la transition écologique et solidaire** (2015), « Loi de transition énergétique pour la croissance verte » <<https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/loi-transition-energetique-croissance-verte>>
- **Ministère de la transition écologique et solidaire** (2015), « Sécurité d'approvisionnement en électricité » <<https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/securite-dapprovisionnement-en-electricite>>
- **ORECA** (2016), Observatoire Régional de l'Energie du Climat et de l'Air de la région PACA, « Production d'énergie régionale » <<http://oreca.regionpaca.fr/production-denergie-regionale.html#.WZmL4elpxPY>>
- **Parlement Européen** (2011), « Réseaux intelligents : de l'innovation au déploiement ». Bruxelles, le 12/04/2011 <<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52011SC0463&rid=1>>
- **POAL** (Plateforme opérationnelle Anti-Linky), <<http://www.poal.fr/appfree/liste-communes-anti-linky.html>>



- **Portail de la modernisation de l'action publique**  
<<http://www.modernisation.gouv.fr/les-services-publics-se-simplifient-et-innovent/par-la-co-construction/le-nudge-au-service-de-laction-publique>>
- **RTE (2015)** «Filet de sécurité PACA : pour une sécurisation électrique durable de la région » <<http://www.rte-france.com/fr/actualite/inauguration-du-filet-de-securite-electrique-paca>>
- **RTE Eco2mix**, Origine des moyens d’approvisionnement de l’électricité française pour le mardi 7 février 2012 à 19h00 <<http://www.rte-france.com/fr/eco2mix/eco2mix-mix-energetique>>
- **RTE Open Data** <[https://rteopendata.opendatasoft.com/explore/embed/dataset/pic\\_journalier\\_consommation\\_brute/table/](https://rteopendata.opendatasoft.com/explore/embed/dataset/pic_journalier_consommation_brute/table/)>
- **SELECTRA**, « Prix Elec » <<https://prix-elec.com/cours/consommation>>
- **Sendinblue** <<https://fr.sendinblue.com/blog/statistiques-email-marketing-indicateurs-cles-performances-moyennes/>>
- **Sylvie Faucheux (2015)** «Paris 2015 et COP21, l’opportunité de passer des éco-innovations aux innovations responsables et durables ?» <<http://sylviefaucheux.fr/paris-2015-et-cop21-lopportunite-de-passer-des-eco-innovations-aux-innovations-responsables-et-durables/>>
- **Telecomaccess**, « La domotique »  
<[http://www.telecomaccess.ch/?page=3&sous\\_page=11](http://www.telecomaccess.ch/?page=3&sous_page=11)>
- **ThinkSmartgrids** «Le stockage de l’énergie »  
<<https://www.thinksmartgrids.fr/actualites/le-stockage-de-lenergie/>>
- **Wike et Parker (2015)** « Corruption, Pollution, Inequality Are Top Concerns in China », Pew Research Center  
<<http://www.pewglobal.org/2015/09/24/corruption-pollution-inequality-are-top-concerns-in-china/>>

## Vidéos et conférences

- **ARTE (2014)**, « Smart Grid - Interview intégrale de Jeremy Rifkin »  
Futurmag <<https://www.youtube.com/watch?v=OhWNUUKHahc>>
- **BVA** : Institut d’étude de marché et d’opinion, « Une Brève Histoire du Nudge, découvrez l’approche nudge pour changer les comportements »  
<<https://www.youtube.com/watch?v=i-SVxDIBgXY>>
- **Brisepierre (2014)**, Séminaire sur « L’acceptabilité sociale de la transition énergétique à l’acceptabilité de la sociologie par les organisations »

<<http://gbrisepierre.fr/ecouter-le-seminaire-sur-lacceptabilite-sociale-de-la-sociologie-dans-les-organisations-acdd-decembre-2014/>>

- **Rychen et Fournier** (2015), Journée Internationale de sociologie de l'énergie, « Acceptation sociale ou conditions socio-politiques, collectives et marchandes de développement d'innovations dans le domaine de l'énergie ? » <[http://www.socio-energie2015.fr/?page\\_id=1855](http://www.socio-energie2015.fr/?page_id=1855)>
- **Steg** (2013) « Why do we need psychology for a successful energy transition » <<https://www.youtube.com/watch?v=H1eAwYBPX7E>>

### **Projets Smart Grids et acteurs**

- **3eHouses** <<http://www.3ehouses.eu/>>
- **CityOpt** publications « Evaluation of the ICT solutions » <<http://www.cityopt.eu/Deliverables/D41.pdf>>
- **CityOpt** publications « General and demo case description » <<http://www.cityopt.eu/Deliverables/D11.pdf>>
- **CityOpt** publications « Nice Demonstration » <<http://www.cityopt.eu/Deliverables/D32.pdf>>
- **CityOpt** publications « Replication guidelines » <<http://www.cityopt.eu/Deliverables/D42.pdf>>
- **CityOpt**, publications <http://www.cityopt.eu/Publications.html>>
- **Dehems** Publications <<http://cordis.europa.eu/docs/projects/cnect/9/224609/080/deliverables/001-D86DehemsDeliverable.pdf>>
- **EcoGrid** (2016) « From Design to Implementation » <<http://www.eu-ecogrid.net/images/Documents/>>
- **EcoGrid** (2016) « Overall evaluation and conclusion » <<http://www.eu-ecogrid.net/images/Documents/>>
- **EcoGrid** (2016) « Replication Roadmap » <<http://www.eu-ecogrid.net/images/Documents/>>
- **EcoGrid** (2016), « Experience with Consumer Communications and Involvement in Smart Grid » <<http://www.eu-ecogrid.net/images/Documents/>>
- **EcoGrid** (2016), « From Implementation to Demonstration »

- <<http://www.eu-ecogrid.net/images/Documents/>>
- **EcoGrid** <<http://www.eu-ecogrid.net/>>
  - **Ekwateur** <<https://ekwateur.fr/>>
  - **Eshesh** <<http://www.esesh.eu/home.html>>
  - **Eshesh**, « Rapport final »  
<[http://esesh.eu/fileadmin/eSESH/download/documents/eSESH\\_Final\\_Report.pdf](http://esesh.eu/fileadmin/eSESH/download/documents/eSESH_Final_Report.pdf)>
  - **Flexgrid** <<http://www.flexgrid.fr/>>
  - **Fludia** <<https://www.fludia.com/>>
  - **InovCity** <[http://www.edp.com.br/instituto-edp/conheca-o-instituto-edp/inovacao\\_social/inovcity/Paginas/default.aspx](http://www.edp.com.br/instituto-edp/conheca-o-instituto-edp/inovacao_social/inovcity/Paginas/default.aspx)>
  - **Jouw Energie Moment** <<http://www.jouwenergiemoment.nl/>>
  - **Linear** <<http://www.linear-smartgrid.be/>>
  - **PowerMatching City**  
<<http://www.powermatchingcity.nl/site/pagina.php?id=46>>
  - **S3C** « Publications » <<http://www.s3c-project.eu/Publications.html>>
  - **Smartgrids** France, l'Interpôles SmartGrids French Clusters  
<<http://smartgridsfrance.fr/>>
  - **Smartspace**s <<http://www.smartspace.eu/>>
  - **Smile** <<http://smile-smartgrids.fr/>>
  - **Sobre** <<https://sobre.immo/>>
  - **Voor Iedereen Rendement** <<http://www.smartgridrendement.nl/>>

## Annexe 1 : Base de données d'articles scientifiques

Le domaine des Smarts Grids étant relativement récent, la littérature scientifique s'y réfère encore assez peu étoffée. Pour autant, le sujet des Smart Grids est particulièrement large et allie de très nombreux acteurs, technologies et enjeux très diverses chacun des autres. Pour les besoins de cette analyse, un exercice d'inventaire (non exhaustif) de la littérature sur les Smartgrids a donc été entrepris afin d'obtenir une vue et une compréhension générale des grands enjeux associés. Au total près de 170 articles auront été recensés à travers un prisme de recherche volontairement réduit (afin de l'imiter l'éparpillement) via l'introduction d'un biais mettant l'accent sur les enjeux socio-économiques, l'acceptabilité et le consommateur.

Une base de données recensant et triant ceux-ci a ainsi été établie. Elle se compose des informations suivantes :

### Catégories utilisées dans la base de données

Informations	Auteur et titre de l'article
Classification dominante	Inspirée de la littérature, et en fonction des différents grands domaines d'intérêts des Smart Grids identifiés, une classification générale a été employée pour attacher une dominance à chaque article. On retrouve ainsi 9 catégories d'articles (1 seule par article) : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Comportement / SHS</li> <li>- Data et cybersécurité</li> <li>- Energies renouvelables</li> <li>- Règlementation et marché de l'énergie</li> <li>- Concepts et paradigme Smartgrids</li> <li>- Smarthome et compteurs intelligents</li> <li>- Stockage /microgrids</li> <li>- Technologie et modélisation</li> <li>- Véhicules électriques</li> </ul>
Nature de l'article	Trois types de nature ont été retenus pour classer les articles (plusieurs possibles par article) : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Expérimentation retour d'expérience</li> <li>- Survol de la littérature</li> <li>- Conceptuel et théorique</li> </ul> Le but ici est de fournir une indication sur la manière dont le contenu est abordé.
Mots clés	Un ensemble très large de mots clés a été utilisé pour permettre une identification rapide des principaux éléments que l'on s'attend à retrouver. Ainsi pour chaque article, 3 à 7 mots clés étaient généralement employés.
Description	Une courte description issue de l'abstract et/ou de l'introduction/conclusion a été notifiée pour chacun des articles
Zone	Zone géographique de l'étude ou de l'expérimentation, si connue.

Ensembles théoriques : Les articles ont également été rattachés à de grands ensembles théoriques, en fonction de leurs mots clés. Un article peut faire l'objet d'un rattachement à plusieurs ensembles.	
Social :	Acceptabilité des consommateurs, comportement, modification de la demande, engagement des consommateurs...
Technique :	Micro-grid, infrastructure réseau, stockage de l'énergie...
Economie :	Efficacité énergétique, système de prix dynamique, marché de l'électricité
Données :	Cyber sécurité, données consommateurs, technologie de l'information et de la communication
Politique :	Développement durable, politique énergétique
Périmètre :	Bâtiment à énergie positive, développement urbain, Smart city
Sources :	Energies renouvelables, énergie nucléaire
Méthode :	Consentement à payer, analyses coûts bénéfiques

Cette base fût avant tout un outil de travail, plus que porteuse en elle-même d'une véritable analyse. Il convient en effet du peu de sens qu'aurait de tirer des conclusions scientifiques sur la répartition statistique des catégories, des thèmes, des mots clés ou autre, étant donné le caractère subjectif qu'ils peuvent contenir (tant dans le mode de recherche et de sélection, que dans la description et l'élaboration de la base). Cependant, elle fournit un aperçu général du contexte, de l'état de la connaissance sur ce domaine, ainsi que de nombreux enseignements essentiels l'analyse du sujet. De plus, les divers tris effectuables, les descriptions et les recherches par mots clés permettent une exploitation efficace et de trouver rapidement les informations voulues.

## Annexe 2 : Base de données JRC retraitée

Si depuis août 2017, le JRC a publié sa nouvelle version de l'Outlook des projets smart grid européen, ainsi qu'une base de donnée complète associée, ce n'était pas encore le cas très récemment encore. L'unique recensement disponible était une liste aux informations très sommaires, des projets, utilisant un format en ligne et non exploitable. Pour les besoins de l'analyse il a alors été intéressant de récupérer toutes ces données et de les formaliser dans une base de donnée, les compléter, et pouvoir les exploiter. Ce fût l'objectif de cette seconde base de donnée ci-dessous.

### Catégories utilisées dans la base de données

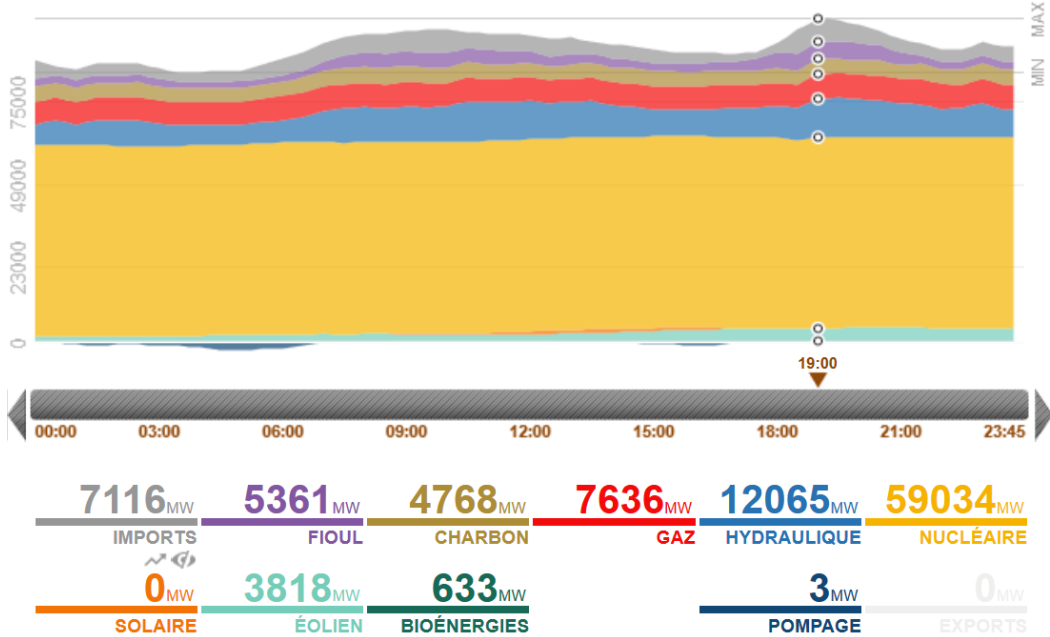
Nom du projet	/
Description	Description du projet disponible sur le site du JRC.
Période	Les dates de début et de fin (estimée parfois), des projets.
Cordis	CORDIS est le principal portail de la Commission européenne consacré aux résultats des projets de recherche financés par l'UE. Il apparaissait intéressant d'intégrer le lien vers la page du projet sur Cordis et les éléments téléchargeables le concernant, si elle existait.
Base CRE	La CRE a elle aussi un recensement de projets Smartgrids, lesquels sont communs aux deux bases ?
Nature du projet	Le projet est-il un projet de Recherche et de développement, ou bien un projet Démonstrateur et déploiement ?
Pays participants	Sur quels territoires sont implantés les différents partenaires ou sites d'implantations ?
Organisation meneuse	Combien d'organisation meneuse du projet y'a-t-il ?
Organisations partenaires	Combien d'organisations partenaires comporte le projet ?
Sites d'implantation	Combien de site d'implantation comporte le projet ?
Domaine d'intérêt Smart Grid	Le JRC a classé en plusieurs catégories les différents projets Smartgrid. (Cette classification a légèrement évolué lors de l'outlook 2017). En 2014 elle été composé de : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Smart Network Management</li> <li>- Integration of DER</li> <li>- Integration of large scale RES</li> <li>- Aggregation (Demand Response; VPP)</li> <li>- Smart customers and smarthomes</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Electric Vehicles and Vehicle2Grid applications</li> <li>- Smart Metering</li> <li>- Other</li> </ul>
Quels sont les types d'acteurs impliqués dans le projet et le nombre	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Distribution system operators</li> <li>- Transmission system operators IT and telecom companies</li> <li>- Manufacturers/Engineering services/Contractors/Operators/Manager companies</li> <li>- Energy companies/Utility companies /Energy retailers/Electricity service providers</li> <li>- Generation companies</li> <li>- Université et organismes de recherche</li> <li>- Acteurs</li> <li>- Associations</li> <li>- Autres</li> </ul>
Étalement du projet	Un étalement sur plusieurs colonnes (1 par année) permettant d'associer à chaque année tous les projets en cours d'activité, a été construit.

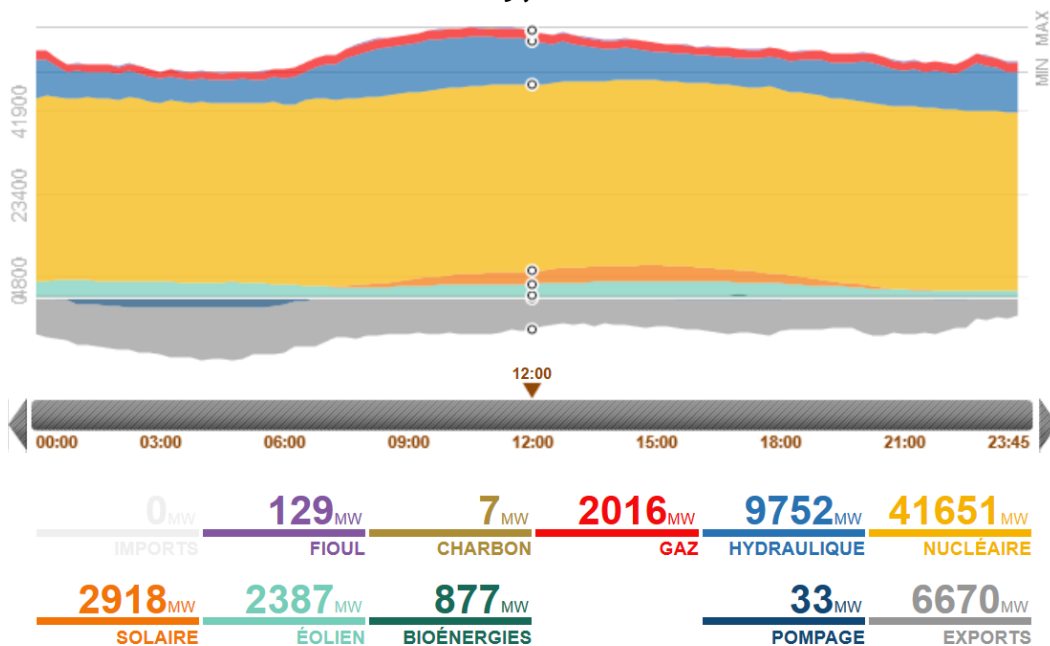
Cette base sert de socle de travail pour l'analyse de ce présent document. L'analyse exhaustive des 504 projets contenus alors dans la base n'étant ni envisageable ni souhaitable, il fût cependant possible, grâce aux données temporelles (étalement du projet), aux catégories, ainsi qu'aux descriptions, d'établir des retranchements et des sélections d'échantillons de projets comme apparaissant les plus porteurs d'intérêts. L'un des premiers critères utilisé fût celui des bornes temporelles. En effet, ont été exclu les projets s'étant terminé avant l'année 2011, car les réflexions sur les thématiques Smart Grid ont largement murit depuis le temps et les problématiques regardées et soulevées à l'époque sont aujourd'hui largement éculées. Ont également été exclu les projets ne s'étant pas encore terminé au 31 décembre 2016 de peur de ne pas disposer d'assez de recul et de documentation les concernant. Un second tri fût effectué en fonction des partenaires du projet, prenant le parti pris de ne conserver que les projets avec au moins 1 partenaire de mentionné. La raison à cela est que les projets Smartgrid généralement menés avec 1 ou plusieurs partenaires traduisent des projets d'une taille un peu plus importante mais surtout dont le champ des problématiques balaye généralement plus large, notamment concernant celles qui nous intéressent (l'intégration de considérations socio-comportementales). Enfin, les descriptions des projets ont également aidé à repérer ceux présentant le plus d'intérêt.

### Annexe 3 : Origine des moyens d’approvisionnement de l’électricité consommée en France pour deux exemples types (RTE Eco2mix)

Origine des moyens d’approvisionnement de l’électricité française pour le mardi 7 février 2012 à 19h00



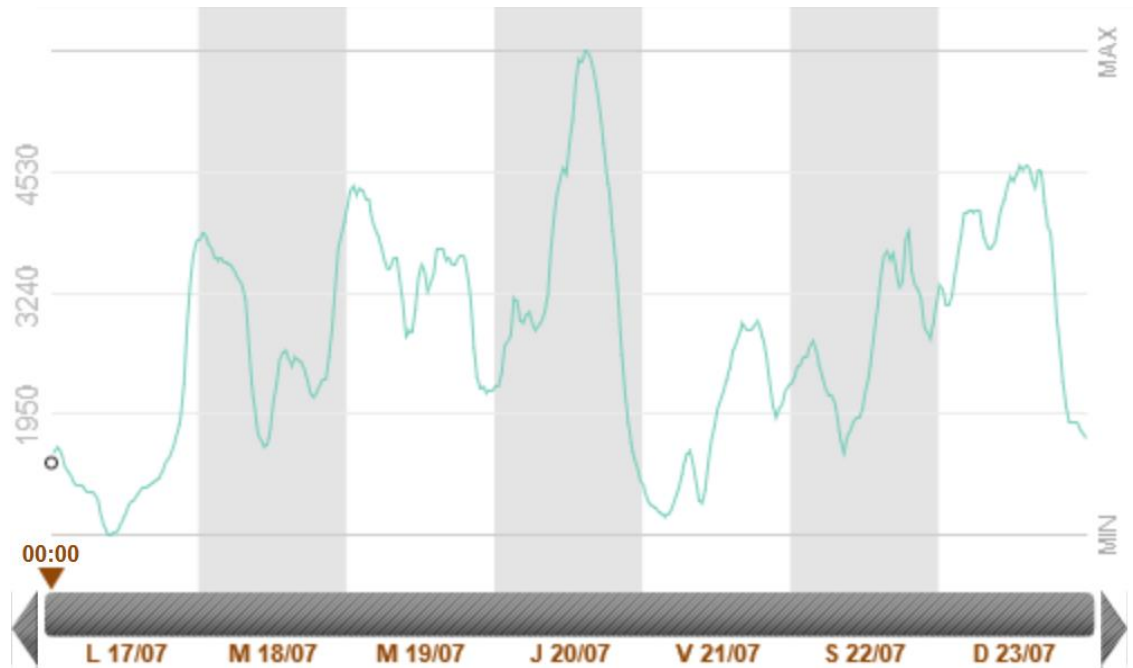
Origine des moyens d’approvisionnement de l’électricité française pour le vendredi 9 juin à 12h00



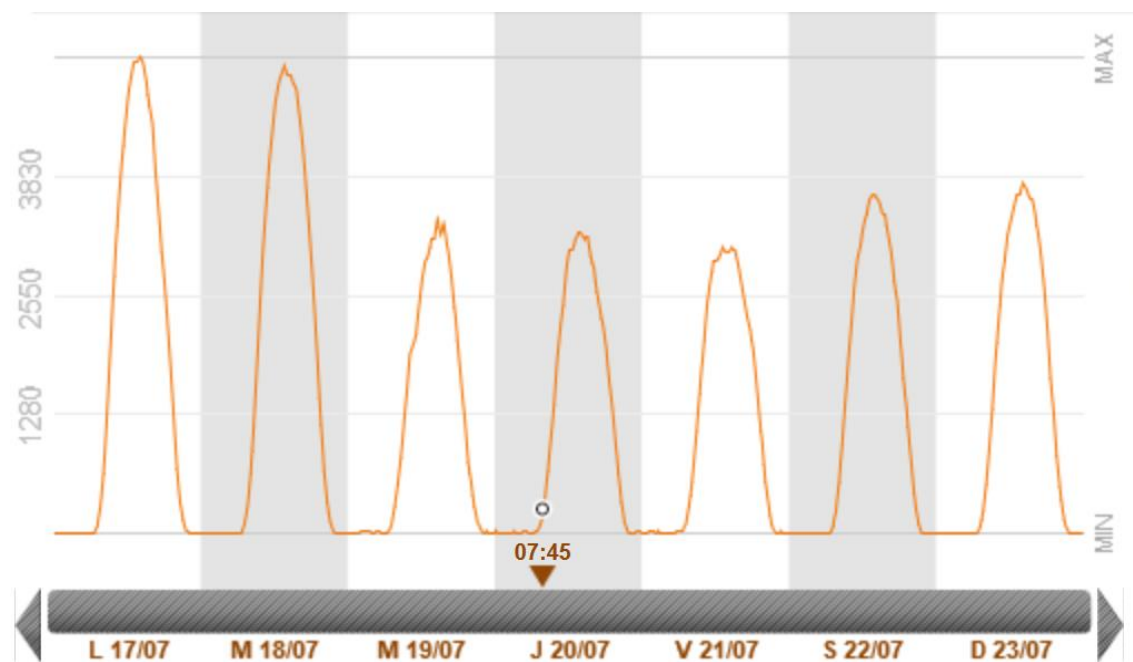


## Annexe 4 : Evolution de la production d'électricité d'origine éolienne et photovoltaïque sur la période du 17/01/2017 au 23/01/2017 (RTE Eco2mix)

Production d'électricité d'origine éolienne sur la période du 17/01/2017 au 23/01/2017



Production d'électricité d'origine photovoltaïque sur la période du 17/01/2017 au 23/01/2017



## **Annexe 5 : Le processus de collecte de données du JRC (Traduit de l'Outlook JRC 2017)**

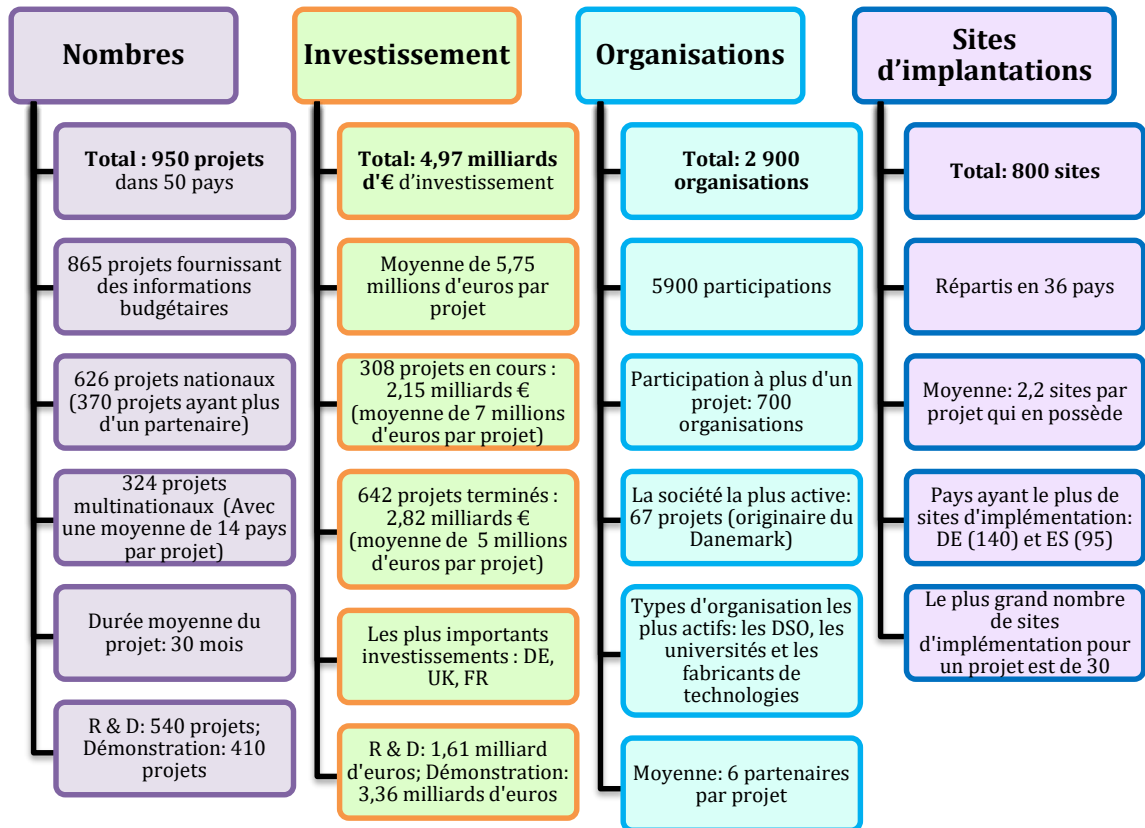
« Ce rapport est basé sur l'analyse des projets inclus dans la version mise à jour de la base de données du CCR sur les projets de réseaux intelligents. Le CCR a commencé son effort de collecte de données en 2010 avec le lancement d'un sondage qui a recueilli des données quantitatives et qualitatives sur les projets de réseaux intelligents en Europe. Le premier panorama des projets Smart grids européens a été publié en 2011 (Giordano, Gangale, Fulli, & Sanchez Jimenez, 2011) et mis à jour deux fois, en 2013 (Giordano et al., 2013) et 2014 (Covrig, et al., 2014). En 2015, nous avons lancé un nouvel exercice de collecte de données, avec le lancement d'une version révisée de notre questionnaire en ligne. Le nouveau questionnaire simplifie les phases de collecte et de traitement des données, facilitant l'entrée standardisée des données par les coordinateurs et porteurs de projet.

Bien que le sondage en ligne soit un outil important pour obtenir des informations de première main directement auprès des partenaires du projet, une grande partie des informations sur les projets inclus dans la base de données 2017 a été récupérée grâce à une recherche active de notre équipe multilingue. Les principales sources d'information étaient les sites Web des projets (où ils existaient) et des organisations participantes. Nous avons également recherché et analysé des articles scientifiques et des documents de diffusion et de communication, et, au besoin, nous avons contacté les principaux partenaires du projet pour vérifier l'information recueillie. Dans certains États membres, les contacts avec les autorités nationales et les institutions de financement se sont révélés être un canal très utile pour collecter des données. Une autre source d'information importante pour les projets cofinancés par l'Union européenne était le site Web du Service d'information Recherche et développement (CORDIS) de la Commission européenne, portail principal pour les résultats des projets de R & D et de démonstration financé par l'UE. Nous avons également examiné les renseignements accessibles au public par deux initiatives cofinancées par l'UE sur les réseaux intelligents, à savoir GRID innovation et smart grid ERA-Net plus.

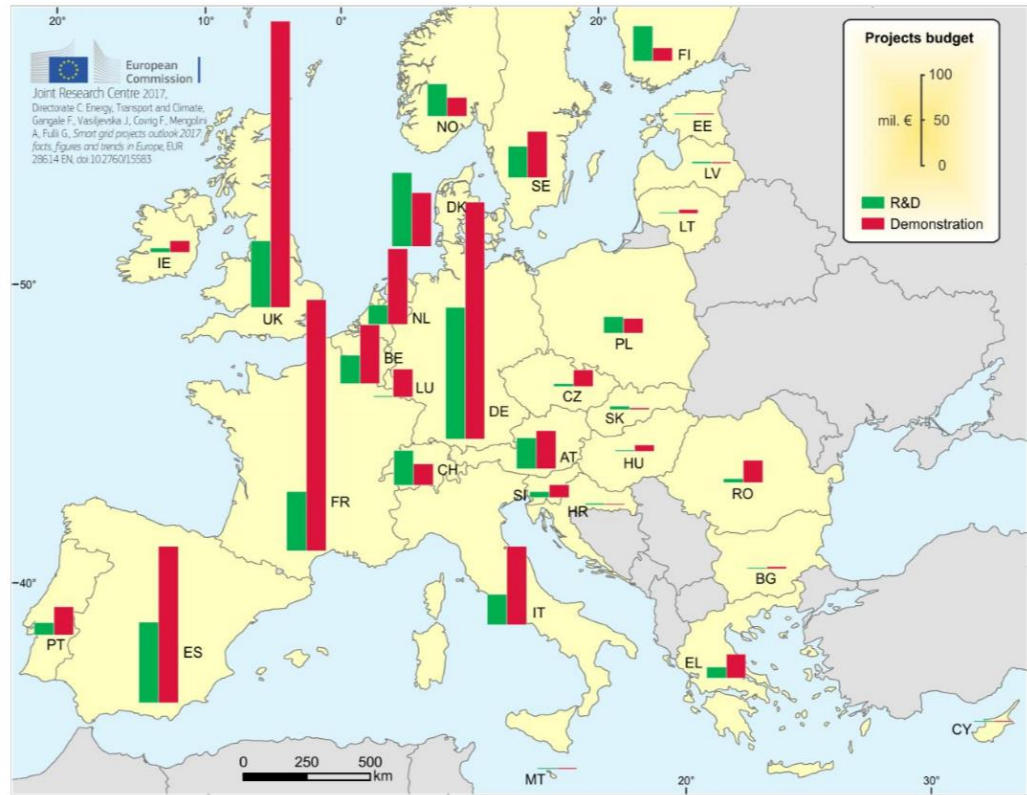
Les projets n'ont été inclus dans la base de données que lorsque, en comparant plusieurs sources d'information, les données récupérées étaient jugées suffisantes et fiables. L'outlook 2017 ne présente que des données jusqu'à l'an 2015. Les agrégations pour 2016 n'ont pas été incluses dans l'analyse car elles ne peuvent être considérées comme définitives en raison du retard avec lequel les promoteurs de projets de réseaux intelligents ont tendance à communiquer le début de leurs activités de R & D et de démonstration. Les projets non-inclus dans cette édition du rapport seront considérés comme inclus dans la prochaine édition, à condition que des informations complètes et fiables soient trouvées. (...)

De nombreux nouveaux projets ont été ajoutés, mais malgré nos efforts, la collecte de données ne peut être considérée comme exhaustive, en particulier pour les années les plus récentes (à partir de 2012). Pour de nombreux projets, les informations ne sont disponibles que plus tard dans leur vie ou même après leur achèvement. En outre, nous avons essayé de couvrir tous les États membres au meilleur de nos capacités. Pour certains d'entre eux, cependant, le manque d'informations publiquement disponibles en anglais rendait l'exercice de collecte de données plus compliqué. Malgré l'effort de notre équipe multilingue, certains projets peuvent avoir échappé à notre recensement. »

## Annexe 6 : Données globales sur le développement des Smart Grids en Europe (issues et traduites de JRC Outlook 2017)



## Annexe 7 : Répartition des investissements dans le domaine des Smart Grids en Europe (JRC Outlook 2017)

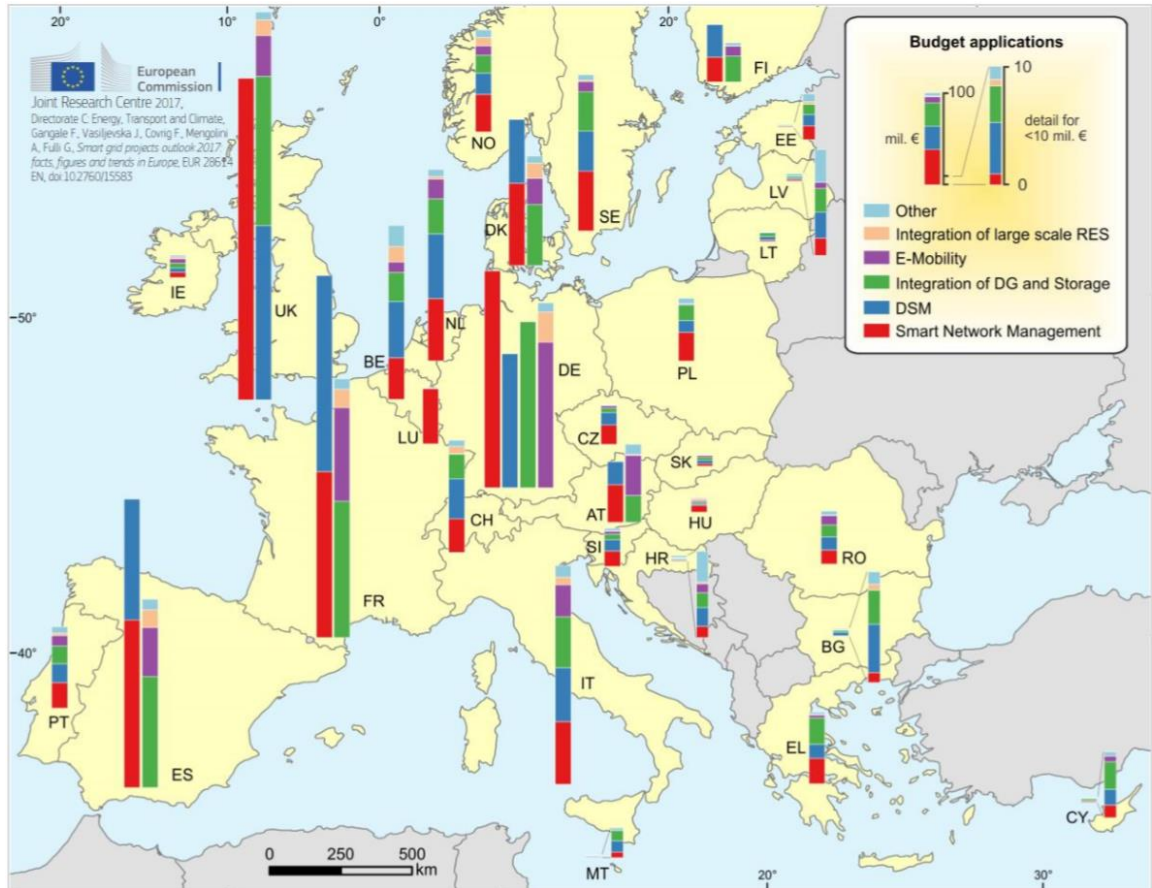


## Annexe 8 : Les différents domaines d'intérêts des Smart Grids (Traduit de JRC Outlook 2017)

<p><b>Smart Newtwork Management (SNM):</b> Les projets dans ce domaine portent sur l'augmentation de la flexibilité opérationnelle du réseau électrique, grâce notamment à des fonctions améliorées de surveillance et de contrôle. En règle générale, cela implique l'installation d'équipements de surveillance et de contrôle du réseau ainsi que des équipement de communications rapides de données en temps réel.</p>	
<p><b>Applications clés</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Systèmes de surveillance étendue au niveau du réseau de transmission.</li> <li>- Outils pour l'observation du réseau paneuropéen.</li> <li>- Outils pour l'observation et l'évaluation du réseau paneuropéen</li> <li>- Capteurs avancés sur les équipements de réseau pour identifier les anomalies et communiquer avec les périphériques proches lorsqu'une erreur ou un autre problème se produit.</li> <li>- Outils et capacités d'auto-guérison pour les réseaux, c'est-à-dire la capacité d'un système d'alimentation à prévenir, détecter, contrecarrer et réparer automatiquement les problèmes.</li> <li>- Nouvelles fonctionnalités relatives au contrôle de la fréquence, au contrôle réactif et au contrôle du flux de puissance.</li> <li>- Déploiement de transformateurs de pointe, de condensateurs, de dispositifs de contrôle pour réduire les pertes associées au contrôle de la tension.</li> </ul>
<p><b>Demand Side Management (DSM):</b> Ce domaine comprend les projets visant à déplacer la consommation d'un point à un autre dans le temps (« demand response ») et des projets visant à réduire le niveau de la consommation d'énergie tout en offrant le même service et sans affecter le niveau de confort (conservation / efficacité énergétique).</p>	
<p><b>Applications clés</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Développement de solutions et de services TIC pour la « demand response » et l'efficacité énergétique.</li> <li>- Mise en œuvre d'initiatives et de solutions pour encourager les consommateurs résidentiels, commerciaux et industriels à modifier leur niveau et leur mode d'utilisation de l'énergie.</li> <li>- L'autonomisation des consommateurs d'énergie (y compris les consommateurs vulnérables) grâce à la mise en place de services de mesure intelligente et des initiatives de sensibilisation.</li> <li>- « Demand response » et gestion de l'énergie au sein des communautés énergétiques.</li> </ul>

<p><b>Integration of distributed generation and storage (Integration of DG &amp; S):</b> Ce domaine comprend des projets axés sur les systèmes de contrôle de pointe et de nouvelles solutions TIC concernant ; d'une part l'intégration de la production décentralisées (DG) et d'autre part le stockage d'énergie dans le réseau de distribution. Le tout en assurant la fiabilité et la sécurité du système.</p>	
<p><b>Applications clés</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Outils de planification et d'analyse de réseau relatifs à l'évaluation de la capacité de connexion de productions décentralisée</li> <li>- Moyens de contrôle actifs du réseau (contrôle de puissance-fréquence, contrôle de tension) par des onduleurs intelligents pour faciliter la connexion de production décentralisée.</li> <li>- Intégration des systèmes de stockage pour pallier aux problèmes liés aux énergie renouvelables.</li> <li>- Intégration du stockage pour augmenter la flexibilité opérationnelle du réseau de distribution.</li> <li>- Agrégation de moyens de productions décentralisés et centrales virtuelles.</li> </ul>
<p><b>Electric mobility (E-mobility):</b> Les projets dans ce domaine portent sur l'intégration intelligente des véhicules électriques (VÉ) et Véhicules hybrides (PHEV) dans le réseau électrique.</p>	
<p>Applications clés</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Développement d'infrastructures de recharge intelligentes et de stratégies de contrôle des charges.</li> <li>- Intégration d'EV pour la fourniture de services auxiliaires.</li> <li>- Développement et validation d'interfaces véhicule-réseau (V2G), etc...</li> </ul>
<p><b>Integration of large-scale renewable energy sources (Integration of LRES) :</b> Les projets dans ce domaine visent principalement à l'intégration et la transmission de la production d'énergie renouvelable au réseau à haute tension.</p>	
<p><b>Applications clés</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Développement et test de nouvelles technologies de réseau qui permettront d'accroître la capacité et la flexibilité du réseau au niveau paneuropéen tout en maintenant la fiabilité du système.</li> <li>- Réseaux offshore pour l'intégration de l'énergie éolienne marine.</li> <li>- Développement de nouvelles technologies couplées à des approches novatrices de gestion du système pour la fourniture de systèmes de gestion (contrôle de tension et de fréquence) d'une agrégation de parcs éoliens.</li> <li>- Outils de prévision pour la production d'énergie renouvelable.</li> </ul>
<p><b>Autres:</b> Le reste des applications de réseau intelligentes qui ne figurent pas dans ce qui précède.</p>	
<p><b>Applications clés</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Marché et réglementation</li> <li>- Cybersécurité (développement de nouveaux moyens de cybersécurité), etc.</li> </ul>

## Annexe 9 : Répartition des investissements par domaine d'intérêts des Smart Grids et par pays



## Annexe 10 : L'application CityOpt









Lydia

### PROFIL DE L'ÉQUIPE

Lydia

### APPAREILS DOMESTIQUES

Choisissez ci-dessous les appareils disponibles dans votre logement. Cette liste vous sera proposée pour définir votre stratégie de baisse de consommation lors des alertes.

#### Cuisine

- Four à micro-ondes
- Four électrique
- Lave-vaisselle
- Plaque de cuisson électrique

#### Beauté et hygiène

- Sèche-cheveux

#### Chauffage

- Chauffage électrique

#### Loisirs

- Chargeur téléphone, tablette,...
- Console de jeu
- Ordinateur fixe
- Ordinateur portable
- Téléviseur
- Veille TV, ordinateur,...

#### Entretien habitat

- Aspirateur

#### Entretien du linge

- Fer à repasser



### LES PROJETS DE LA COMMUNAUTÉ

Top 3 des projets soutenus par les membres de CITYOPT.

1. **324201** points collectés  
PIMMS
2. **137397** points collectés  
Petits débrouillards
3. **127685** points collectés  
Caisse des écoles

### ACTUALITÉS DE LA VILLE DE NICE



Actualités des Maisons des Associations

Conseil Municipal en direct - 13 juin 2016

[en savoir plus >](#)

### CLASSEMENT DES PARTICIPANTS

1. Maoudo	<b>7701</b> PTS
2. fatnassi	<b>7688</b> PTS
3. ML	<b>7417</b> PTS
4. GAZZOTTI Céline	<b>6994</b> PTS
5. Christiane	<b>6372</b> PTS

☰
Accueil CityOpt

Alimentation en électricité  
et émissions de CO2

**OK: PAS D'ALERTE PRÉVUE**

📄 RÉSULTATS DÉFINITIFS DU 11 MARS



**LA COMMUNAUTÉ**  
et ses résultats



**MON ESPACE**  
et mes résultats

**MON SOLDE DE POINTS**

89 PTS

Sélectionnez un projet ci-dessous pour donner vos points

**TOP 3 DES PROJETS DE LA COMMUNAUTÉ**

Consultez, choisissez et faites un don

93% collectés

<div style="background-color: #D9A700; height: 40px; width: 100%;"></div>	<div style="background-color: #444; height: 40px; width: 100%;"></div>	<div style="background-color: #444; height: 40px; width: 100%;"></div>
 <p>PIMMS</p>	 <p>Petits débrouillards</p>	 <p>Caisse des écoles</p>