

**Laboratoire : Ville, Urbanisme et Développement Durable VUDD**

**Axe de recherche : Habitat, Architecture et Développement**

**Mémoire de Master recherche**

**EVALUATION DE L'APPORT DE L'USAGE DES  
SMART METERS DANS LE PROJET PILOTE DE  
DIAR EL BA HRI A BLIDA**

**Présenté par :**

Melle **BENAOUICHA Wissam**

**Encadré par :**

Dr **DJIAR Kahina A.**

**Co-encadré par :**

**BELHOCINE Ouahiba**

**Devant le jury :**

Dr AZOUI Ouafida , Présidente

Mme TIZOUIAR Ouahiba , membre

Mme GHARBI Mouna , membre

Melle SERRAI Chourouk Sihem , Invitée

**Janvier 2020**

*Je dédie ce modeste travail à la personne qui a laissé en moi une partie de sa personne et qui m'a appris que de belles choses. Que Dieu le Tout Puissant lui accorde sa Sainte Miséricorde et l'accueillera en son vaste paradis **Mani Mouni**.*

*Sans oublier mes **chers parents** qui m'ont assisté depuis mes débuts, qui ont été pour moi un soutien indéfectible qui m'a poussé à aller au plus loin, malgré toutes les contraintes et les étapes difficiles que j'ai subi.*

*A **Assia**, mon petit chou, mon bébé d'amour, la turbulente, elle a aussi réussi à réserver une place très chère et privilégiée en moi sans dépenser le moindre cout, dans mon cœur, que Dieu la protège.*

## Remerciements

Je tiens à remercier en premier lieu Dieu le tout puissant de m'avoir donné le courage et la détermination nécessaire pour accomplir ce modeste travail, mémoire de recherche master.

Je remercie chaleureusement en particulier mes chers parents, mon père, mon exemple, ma source d'inspiration dont je lui dois tout le respect pour ses sacrifices et ses encouragements. Ma mère, pour sa douceur, sa vaillance, son soutien et sa tendresse sans elle je ne pourrai jamais réussir et être ce que je suis aujourd'hui...

Je remercie vivement et avec un grand plaisir mon encadreur, Dr DJIAR Kahina, pour son aide, sa confiance sa disponibilité et ses orientations appréciables pour les missions évoquées dans ce travail et pour son apport constant et son assistance sans qu'elle ménage aucun effort pour la réussite de ce travail.

J'adresse également mes plus sincères gratitude à toute l'équipe HAD et particulièrement Mlle BELHOUCINE Ouahiba et Mlle SERRAI Chourouk, mes Co-encadreurs qui m'ont aidé, orienté et sacrifié énormément de leur temps pour m'accompagner tout au long de cette période. Sincèrement, j'ai eu le plaisir et la chance d'être incluse dans cet axe encadrée par cette équipe.

Il me tient à cœur de faire part de ma sincère reconnaissance à mes enseignants de l'EPAU et tout particulièrement à Mr KAHOUL, Mme BENALI, Mme BOUSSOUALIM et Mr SOUAMI, pour leurs présences, et leurs efforts fournis à mon égard.

Je remercier aussi les membres du jury de ce mémoire pour avoir accepté examiner ce travail et participer dans son amélioration.

Un remerciement particulier et chaleureux est dédié à mes sœurs Radia, Kenza et Anfel, et à mes amies Imene, Meryem, Sarah, Soumia et Zineb et ma cousine Sérine avec lesquelles j'ai partagé des moments inoubliables, les mots m'échappent et aucune expression ne pourra les remercier pour leurs encouragements, leurs compréhensions, leurs accompagnements dans les moments les plus difficiles que j'ai vécu, vous avoir dans ma vie c'est une chance inestimable.

Grand Merci à toute personne qui a contribué de loin ou de près pour la réalisation de ce travail.

## Résumé

Plusieurs villes ont vu naître des problèmes de surconsommation énergétique et de déséquilibre entre l'offre et la demande. Elles souffrent actuellement d'un véritable phénomène de mutations climatiques engendré par les activités humaines et l'utilisation irrationnelle des énergies fossiles en voie d'épuisement. En effet, l'augmentation de la population, l'évolution des besoins en énergie et l'introduction des nouveaux équipements ont conduit à une très forte augmentation des besoins énergétiques.

Pour parer aux conséquences néfastes de la surconsommation énergétique, plusieurs experts appellent à la mise en place de stratégies efficaces et intelligentes. Pour certains, l'utilisation des Technologies de l'Information et de la Communication (TIC) qui a été impulsée par le développement rapide du numérique peut contribuer à réduire les factures énergétiques. Ces stratégies s'inscrivent dans le cadre de la modernisation des réseaux publics en visant non seulement l'amélioration du secteur de l'énergie mais plus particulièrement le comportement des usagers.

Ce mémoire de Master s'intéresse à l'évaluation de l'impact du développement d'une nouvelle stratégie de comptage intelligent, dit *smart metering* qui représente un comptage automatique de l'électricité avec un contrôle à distance. Alors que la technologie s'est vite propagée dans de nombreux pays du monde puisqu'elle représente l'une des solutions les plus adéquates à la réduction des factures énergétiques des ménages, l'Algérie commence à peine à la tester de manière très timide. .

Dans cette recherche, nous tentons d'évaluer l'apport de l'installation des smart meters dans le secteur résidentiel en positionnant notre problématique au centre de la transition énergétique. Ainsi, nous effectuons une analyse du projet pilote des smart meters de Diar El Bahri situé à Blida afin d'évaluer sa mise en œuvre dans une démarche comparative avec des projets étrangers concrets, c'est-à-dire les plus réussis et étudiés en détails.

Cette comparaison entre le cas algérien et les exemples étrangers, nous nous permet de mettre en exergue plusieurs lacunes liées au processus de planification et mise en œuvre du projet des *smart meters* à Diar el Bahri. L'analyse effectuée nous a permis d'élaborer une grille de mise en œuvre des *smart meters* pour servir comme un outil d'implémentation opérationnelle à de futurs projets en Algérie.

**Mots clés : Transition énergétique, TIC, Smart Grids, Smart meter, Diar el Bahri Blida.**

## **Abstract**

The global demand for energy is on the upswing making many countries struggle because of the unbalance between energy demand and supply.

With the demographic pressure, and the widespread use of electronic devices as well as the availability and greater affordability of electrical appliances, raising demand require more energy resources and higher consumption of fossil fuels that leads to higher greenhouse gas emissions particularly carbon dioxide CO<sub>2</sub> witch contribute to global warming and a speed run out of the nonrenewable resources.

Therefore, for a future sustainable energy, cities around the world are developing a new systems and innovative strategies to generate, distribute and consume energy as cleanly and efficiently as possible thanks to the use of the Information and Communication Technologies ICT and the digital rapid development, these strategies are part of the modernization of energy networks with the aim of improving the energy sector and energy efficiency.

On the top, smart metering strategy, which is adopted in many countries, where they can measure the power consumption as well as monitor and control electrical devices providing economic, social and environmental benefits for multiple stakeholders.

Through this research, we are going to evaluate the contribution of the installation of smart meters in the residential sector as one of the energy transition strategy the more required.

Therefore, we will carry out an analysis of the pilot project of Diar El Bahri of Blida smart meters to assess its implementation by referring and studying in detail the most successful foreign projects.

This comparison between the local Algerian project and the foreign examples allowed us to note the insufficiency in terms of strategy of implementation of the local project with the absence of project planning, at the end after this analysis we were able to elaborate a smart meter's implementation grid to serve as a tool for future projects in Algeria.

**Mots clés : Energy transition, ICT, les Smart Grids, Smart meter, Diar el Bahri Blida.**

## ملخص

يتزايد الطلب العالمي على الطاقة، مما يجعل العديد من البلدان تعاني بسبب عدم التوازن بين الطلب والعرض على هذه الأخيرة ومع الانفجار الديموغرافي والاستخدام الواسع للأجهزة الإلكترونية الكهربائية فإن زيادة الطلب تتطلب استغلال واسع لموارد الطاقة واستهلاكها أكبر للوقود الأحفوري مما يؤدي إلى ارتفاع انبعاثات الغازات السامة خاصة ثاني أكسيد الكربون الذي يساهم في الاحتباس الحراري بالإضافة إلى سرعة نفاذ الموارد المتجددة.

لذلك، من أجل تحقيق التنمية المستدامة، تقوم المدن في جميع أنحاء العالم بتطوير أنظمة جديدة واستراتيجيات مبتكرة لتوليد الطاقة وتوزيعها واستهلاكها بعقلانية أكبر، وذلك بفضل استخدام تكنولوجيات المعلومات والاتصالات والتطور السريع لمجال الرقمنة، تهدف هذه الاستراتيجيات إلى تحديث وتحسين شبكات قطاع الطاقة.

من بين هذه الاستراتيجيات، تم تبني الاستراتيجية تركيب العدادات الذكية في القطاع السكني في العديد من البلدان، حيث تسمح هذه الأخيرة بقياس استهلاك الطاقة ومراقبتها عن بعد مما يوفر فوائد اقتصادية، اجتماعية وبيئية متعددة.

من خلال هذا البحث، سنقوم بتقييم مساهمة العدادات الذكية في القطاع السكني باعتبارها واحدة من استراتيجيات تحويل الطاقة الأكثر انتشاراً حيث سنقوم بإجراء تحليل للمشروع الرائد لديار البحري بولاية البلدية لتقييم تجربة تركيب العدادات الذكية في القطاع السكني بالمنطقة من خلال الاستناد على دراسة تفصيلية للمشروعات الأجنبية الأكثر نجاحاً.

سمحت لنا المقارنة بين التجربة الجزائرية المحلية والأمثلة الأجنبية بملاحظة النقص من حيث الخطوات ومراحل تنفيذ المشروع المحلي مع عدم وجود تخطيط للمشروع، في النهاية بعد هذا التحليل تمكنا من اقتراح مخطط طريق لتنفيذ العدادات الذكية للمشاريع المستقبلية في الجزائر.

### الكلمات الرئيسية :

تحويل الطاقة، استخدام تكنولوجيات المعلومات والاتصالات، الشبكات الذكية، العدادات الذكية، المشروع الرائد لديار البحري بولاية البلدية

## Table des matières

Résumé .....	IV
Liste des figures .....	XI
Liste des tableaux .....	XII
Liste des abréviations .....	XIII
<b>INTRODUCTION GENERALE .....</b>	<b>01</b>
Contexte et intérêt de la recherche .....	02
Problématique de la recherche .....	07
Objectifs .....	08
Hypothèses .....	09
Méthodologie et structure du mémoire .....	09
<b>PARTIE I : LA TRANSITION ENERGETIQUE DANS LE SECTEUR RESIDENTIEL A L'EPREUVE D'UN NOUVEAU PARADIGME TECHNOLOGIQUE .....</b>	<b>13</b>
<b>Chapitre 01 : La consommation énergétique et l'impératif de la transition énergétique dans le secteur résidentiel .....</b>	<b>14</b>
<b>Introduction .....</b>	<b>15</b>
1.1 La consommation énergétique dans le secteur résidentiel .....	15
1.2 Le rôle de la transition énergétique dans le secteur résidentiel .....	20
1.3 L'efficacité énergétique, un défi qui s'inscrit dans le cadre de la transition énergétique .....	21
1.4 L'efficacité énergétique en Algérie .....	25
<b>Conclusion .....</b>	<b>31</b>
<b>Chapitre 02 : Le numérique, élément primordial de la ville intelligente.....</b>	<b>32</b>
<b>Introduction .....</b>	<b>32</b>
2.1 Le rôle des technologies de l'information et de la communication (TIC) dans la transition énergétique .....	33
2.2 Le développement du numérique .....	36
2.2.1 L'ère du Pré-Numérique .....	37
2.2.2 L'apparition du Numérique.....	38
2.2.3 L'ère Numérique .....	38
2.2.4 L'ère Post-Numérique .....	39
2.3 Le numérique, un facteur efficace dans la ville .....	40
2.4 L'influence du numérique sur le secteur de l'énergie .....	41
<b>Conclusion .....</b>	<b>47</b>
<b>Conclusion de la première partie .....</b>	<b>48</b>

<b>PARTIE II : LA DONNEE NUMERIQUE, PILIER D’UN SYSTEME ENERGETIQUE INTELLIGENT .....</b>	<b>49</b>
<b>Chapitre 03 : Les smart grids – ossature d’un système énergétique intelligent–</b>	<b>50</b>
<b>Introduction .....</b>	<b>50</b>
3.1 Les systèmes énergétiques intelligents .....	51
3.2 Les Smart Grids .....	51
3.2.1 Les Smart Grids, solution technologique et durable de la transition énergétique .....	52
3.2.2 Contexte d’émergence des Smart Grids .....	55
3.2.3 Structure générale de fonctionnement .....	57
3.2.4 Smart Grids entre avantages et inconvénients .....	59
3.2.5 Les acteurs majeurs des Smart Grids .....	61
3.2.5 Smart Grid et efficacité énergétique .....	62
3.3 Smart city ou ville intelligente.....	63
3.2.1 Le concept de la smart city .....	63
3.2.2 Les dimensions de la smart city.....	67
3.2.3 Acteurs de la smart city.....	69
3.4 Les TIC et les villes intelligentes et durables.....	70
<b>Conclusion .....</b>	<b>72</b>
<b>Chapitre 04 : Smart meter –dispositif clé du réseau intelligent – .....</b>	<b>73</b>
<b>Introduction .....</b>	<b>73</b>
4.1 Smart meter ou « compteur intelligent » .....	74
4.2 Smart meter, technologie clé des réseaux intelligents : son fonctionnement .....	79
4.3 La mise en place des smart meters au service de la transition énergétique .....	81
4.4 Acteurs de smart meters (marché de l’électricité) .....	82
4.5 Smart meters entre avantages et inconvénients .....	83
4.6 La relève de la consommation électrique au sein du logement « télé-relève » .....	86
4.6.1 Contexte de la relève de la consommation électrique .....	87
4.6.2 Évolution de la relève de la consommation électrique d'un logement .....	87
<b>Conclusion .....</b>	<b>93</b>
<b>Conclusion de la deuxième partie .....</b>	<b>94</b>
<b>PARTIE III : LA MISE EN ŒUVRE DES SMART METERS DANS LE SECTEUR RESIDENTIEL .....</b>	<b>95</b>
<b>Chapitre 05 : De la diversité des stratégies de smart metering .....</b>	<b>96</b>
<b>Introduction .....</b>	<b>96</b>
5.1 Benchmark de déploiement des smart meters.....	97
5.2 Evaluation de l’adoption des smart meters .....	109

5.3	Objectifs d'installation des smart meters .....	110
5.4	Cas de déploiement des smart meters pour les pays les plus réussis .....	112
5.4.1	L'Italie .....	112
5.4.2	L'Allemagne .....	114
5.4.3	La France .....	115
5.4.4	L'Australie .....	118
	<b>Conclusion</b> .....	<b>121</b>
<b>Chapitre 06 : Analyse et évaluation de la mise en œuvre des smart meters dans le site pilote de Diar El Bahri à Blida .....</b>		<b>122</b>
	<b>Introduction</b> .....	<b>122</b>
6.1	Algérie, une assiette d'expérimentation de nouvelles technologies .....	123
6.2	Choix du cas d'étude : le site pilote de Diar El Bahri de Blida .....	126
6.2.1	Cas d'étude, situation.....	126
6.2.2	Description du site pilote des smart meters de Blida .....	130
6.2.3	Fonctionnement des compteurs.....	130
6.2.4	La mise en œuvre des compteurs.....	133
6.2.5	Chaine d'acteurs .....	133
6.3	Smart meter utilisé au sein du projet pilote .....	134
6.3.1	Tendances d'évolution des smart meters arrivant au AMI.....	134
6.3.2	Nouvelles fonctionnes des smart meters.....	135
6.3.3	Avantages des AMI.....	136
6.4	Evaluation du projet .....	137
6.5	Evaluation du projet selon la grille de mise en œuvre .....	138
	<b>Discussions des résultats</b> .....	<b>139</b>
	<b>Conclusion</b> .....	<b>142</b>
	<b>Conclusion de la troisième partie</b> .....	<b>143</b>
<b>CONCLUSION GENERALE</b> .....		<b>145</b>
	Synthèse des résultats .....	146
	Limites de la recherche .....	149
	Perspectives de recherche .....	149
<b>BIBIOGRAPHIE</b> .....		<b>150</b>
<b>ANNEXES</b> .....		<b>I</b>
Annexe I :	Tableau de résultat de l'étude CBA pour l'année 2013 et l'année 2017 pour les compteurs d'électricité .....	II
Annexe II :	Tableau des couts d'installation des projets de smart meters .....	III
Annexe III :	Exemples de smart meters .....	IV

Annexe IV : Guide questionnaire des habitants .....	V
Annexe V : Guide d'interview avec responsables .....	VI

## Liste des figures

<b>Figure 01 :</b>	Démarche méthodologique d'évaluation de l'installation des smart meters .....	09
<b>Figure 02 :</b>	Structure et méthodologie de la recherche .....	12
<b>Figure 03 :</b>	Part estimée de l'énergie renouvelable dans la consommation énergétique finale mondiale en 2014.....	16
<b>Figure 04 :</b>	Graphique en secteur représentant la Production Mondiale d'énergie primaire en 2015 .....	17
<b>Figure 05 :</b>	Part estimée de l'énergie renouvelable dans la production électrique mondiale, fin 2015 .....	17
<b>Figure 06 :</b>	Graphique en secteur représentant la consommation finale de l'énergie par secteur .....	18
<b>Figure 07 :</b>	Evolution de la part des EnR dans bilan énergétique en Algérie (en%) ...	19
<b>Figure 08 :</b>	Schéma représentant les approches de l'efficacité énergétique .....	23
<b>Figure 09 :</b>	Différentes sphères d'intervention d'une smart city.....	35
<b>Figure 10 :</b>	Les éléments de l'Iot .....	45
<b>Figure 11 :</b>	Principe de fonctionnement d'un smart grid .....	53
<b>Figure 12 :</b>	Représentation générale de l'architecture des smart grids .....	57
<b>Figure 13 :</b>	Schéma de fonctionnement des Smart Grids .....	59
<b>Figure 14 :</b>	Typologie des acteurs du marché des smart grids .....	62
<b>Figure 15 :</b>	Schéma représentant les forces de la smart city.....	66
<b>Figure 16 :</b>	La smart city.....	67
<b>Figure 17 :</b>	Schéma représentant des domaines d'action de la smart city .....	68
<b>Figure 18 :</b>	Acteurs de la smart city.....	69
<b>Figure 19 :</b>	Domaine d'appartenance de la Smart City.....	70
<b>Figure 20 :</b>	Un modèle architectural d'un compteur d'énergie conventionnel et d'un smart meter .....	76
<b>Figure 21 :</b>	Principe de fonctionnement d'un système de comptage intelligent et principaux outils associés .....	80
<b>Figure 22 :</b>	Fonctionnement de smart meters dans l'ensemble .....	83
<b>Figure 23 :</b>	Relève de compteur électromécanique .....	86
<b>Figure 24 :</b>	Affichage digitale de la consommation .....	89
<b>Figure 25 :</b>	Fonctionnement du dispositif Linky (EDF) .....	91
<b>Figure 26 :</b>	Architecture de Smart Grid (Gungor et al., 2011 p.2) .....	92
<b>Figure 27 :</b>	L'analyse coûts-avantages du déploiement des smart meters en 2017 .....	110
<b>Figure 28 :</b>	Compteur gaz intelligent -révolution technologique du CDTA .....	126
<b>Figure 29 :</b>	Carte de situation de site de Diar El Bahri .....	127
<b>Figure 30 :</b>	Les smart meters installés au sein du quartier de Diar El Bahri.....	128
<b>Figure 31 :</b>	Les smart meters installés au sein du quartier de Diar El Bahri.....	128
<b>Figure 32 :</b>	Les smart meters installés au sein du quartier de Diar El Bahri.....	128
<b>Figure 33 :</b>	Les smart meters installés au sein du quartier de Diar El Bahri.....	128
<b>Figure 34 :</b>	Les anciens et les nouveaux compteurs installés mitoyens .....	129
<b>Figure 35 :</b>	Un zoom sur le nouveau compteur.....	129
<b>Figure 36 :</b>	Carte de délimitation de la zone d'étude "Diar El Bahri" .....	132
<b>Figure 37 :</b>	Phase d'évolution des compteurs .....	135
<b>Figure 38 :</b>	smart meters Japonais .....	III
<b>Figure 39 :</b>	smart meter Enel Italien.....	III
<b>Figure 40 :</b>	Compteur électrique intelligent 'Suède'.....	III

## Liste des tableaux

<b>Tableau 01 :</b> Objectifs d'installation des smart meters dans les pays étrangers .....	101
<b>Tableau 02 :</b> Analyse du déploiement de smart meters en Italie .....	112
<b>Tableau 03 :</b> Analyse du déploiement de smart meters en Allemagne .....	114
<b>Tableau 04 :</b> Analyse du déploiement de smart meters en France .....	115
<b>Tableau 05 :</b> Analyse du déploiement de smart meters en Australie .....	118
<b>Tableau 06 :</b> Comparaison entre les fonctions du smart meter et digital meter .....	135
<b>Tableau 07 :</b> Comparaison entre AMI et AMR .....	137
<b>Tableau 08 :</b> Evaluation de la mise en œuvre du cas d'étude .....	138
<b>Tableau 09 :</b> Défaillance du cas d'étude .....	141
<b>Tableau 10 :</b> Résultat de l'étude CBA pour l'année 2013 et l'année 2017 pour les compteurs d'électricité .....	I
<b>Tableau 11 :</b> Les couts d'installation des projets de smart meters .....	II

## Liste des abréviations

<b>ADEME</b>	: Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie
<b>AMI</b>	: Infrastructure de comptage avancée
<b>AMR</b>	: Lecture automatique des compteurs
<b>APRUE</b>	: Agence Nationale pour la Promotion et la Rationalisation de l'Utilisation de l'Energie
<b>CBA</b>	: Cost-benefit analysis (Analyse cout/ avantages)
<b>CDER</b>	: Centre de Développement des Energies Renouvelables
<b>CME</b>	: Conseil mondial de l'énergie
<b>Credeg</b>	: Centre de Recherche et de Développement Electricité et Gaz
<b>EE</b>	: Efficacité Energétique
<b>EnR</b>	: Energies Renouvelables
<b>EPBO</b>	: Energy Performance of Building Directive
<b>ERDF</b>	: Gestionnaire du Réseau de Distribution en France
<b>GES</b>	: Gaz à Effet de Serre
<b>IEA</b>	: International Energy Agency
<b>IoT</b>	: Internet of Things
<b>MDE</b>	: Maîtrise de la Demande en Énergie (ou Maîtrise de la Demande en Électricité)
<b>MMR</b>	: lecture manuelle du compteur /Lecture avec un terminal portable
<b>OCDE</b>	: Organisation de Coopération et de Développement Economiques
<b>OPEP</b>	: Organisation des pays exportateurs
<b>PSM</b>	: Plan Solaire Méditerranéen
<b>SDC</b>	: Société Algérienne de Distribution de l'Electricité et du Gaz, dénommée
<b>TIC</b>	: Technologie de l'Information et de Communication
<b>UIT</b>	: Union Internationale des Télécommunications

## **INTRODUCTION GENERALE**

---

## Contexte et intérêt de la recherche

Actuellement, nos villes souffrent de divers problèmes environnementaux et commencent à ressentir les effets du changement climatique engendrés par l'augmentation des activités humaines et l'accroissement de l'utilisation des ressources fossiles pour satisfaire leurs besoins en énergie.<sup>1</sup> Cela s'est traduit par une forte hausse de la consommation énergétique.<sup>2</sup>

Le secteur du bâtiment qu'il soit résidentiel ou commercial émet la plus grande quantité de gaz à effet de serre GES. Sa consommation énergétique finale totale dans le monde en 2013 est estimée à 32% (24% pour les bâtiments résidentiels et 8% pour les bâtiments commerciaux).<sup>3</sup> Selon les chiffres de l'International Energy Agency (IEA), la production mondiale de l'électricité pourrait être doublée d'ici 2050, passant de 20440 TWh à 45970 TWh.<sup>4</sup>

Ce constat a permis de prendre conscience de la gravité de la situation et de la nécessité de diminuer la consommation qui fragilise l'ensemble de l'écosystème. On a mis des exigences de constructions à travers des lois. A titre d'exemple, en France, la loi relative à la transition énergétique a incité à développer des stratégies pour réduire la consommation énergétique finale de 50% en 2050 par rapport à celle de 2012, tout en visant un objectif intermédiaire de 20 % en 2030.<sup>5</sup> Ladite loi a exigé ainsi de renforcer l'isolation thermique en cas de travaux importants comme le logement, et elle incite au développement des smart meters (Linky).<sup>6</sup>

Dans ce contexte, nombreux sont les chercheurs qui ont été intéressés par ce phénomène. **Zelia Hampikian**, par exemple, a soutenu une thèse de Doctorat à l'université de Paris Est, dans laquelle elle a essayé de traiter la transition énergétique en proposant de saisir l'opportunité des connexions technologiques pour créer de nouvelles formes de réseaux urbains. Cette

---

<sup>1</sup> **Capenergies -SCS-. 2012** . ITEMS INTERNATIONAL. *La chaîne de valeur du marché des smart grids*. [En ligne] Juin 2012 . [Citation : 20 Décembre 2019.] [https://www.provence-pad.com/wp-content/uploads/2016/04/SmartGrids\\_CapEnergiesSCS.pdf](https://www.provence-pad.com/wp-content/uploads/2016/04/SmartGrids_CapEnergiesSCS.pdf).

<sup>2</sup> **ENGIE. (2018, Avril 28)**. *Nouvelle édition d'Un Monde d'Énergie by ENGIE : l'essentiel du contexte énergétique mondial*. Récupéré sur Engie: <https://www.engie.com/breves/un-monde-energie-2017-contexte-energetique-mondial/>

<sup>3</sup> **AZNI Zain Ahmed et al. 2014** ; rapport GIEC : chapitre 09 Building

<sup>4</sup> **Capenergies -SCS-. 2012** . ITEMS INTERNATIONAL. *La chaîne de valeur du marché des smart grids*. [En ligne] Juin 2012 . [Citation : 20 Décembre 2019.] [https://www.provence-pad.com/wp-content/uploads/2016/04/SmartGrids\\_CapEnergiesSCS.pdf](https://www.provence-pad.com/wp-content/uploads/2016/04/SmartGrids_CapEnergiesSCS.pdf).

<sup>5</sup> **Ministère, d. I. (2016, décembre Mardi 13)**. *Loi de transition énergétique pour la croissance verte*. Récupéré sur Ecologie solidaire: <https://www.ecologie-solidaire.gouv.fr/loi-transition-energetique-croissance-verte>

<sup>6</sup> **DELENCLOS Sylvain** ; Présentation intitulée : Politiques Énergétique, Énergies Renouvelables

démarche, selon elle, permettrait de se superposer à un modèle de grand réseau centralisé afin d'assurer une efficacité et une autoconsommation.<sup>7</sup>

En Algérie, la facture énergétique est tout aussi alarmante. Un constat établi par le Ministère de l'Énergie indique que l'Algérie a vécu un ralentissement par rapport à la production des hydrocarbures dans le 1<sup>er</sup> trimestre de l'année 2018.<sup>8</sup> Pour ce qui est de la consommation, le secteur résidentiel est considéré comme étant le plus énergivore, puisqu'il représente 44% du bilan énergétique national.<sup>9</sup> Cela a engendré la mise en place d'actions immédiates par les pouvoirs publics.

Ces actions s'illustrent tout d'abord à travers l'engagement de l'Algérie dans deux programmes : le premier consiste à développer des énergies renouvelables EnR 2011-2030. Le but est d'apporter des solutions globales et durables aux défis environnementaux et éviter l'épuisement rapide des ressources énergétiques d'origine fossile. Cette action est bien évidemment justifiée par le potentiel en énergie solaire, à savoir et elle va comprendre le solaire thermique et photovoltaïque, dont bénéficie l'Algérie.<sup>10</sup> C'est précisément dans ce cadre que l'Algérie a lancé la construction de la plus grande centrale solaire au monde qui va à la fois développer la production locale des équipements et prendre en charge le transfert de technologie.<sup>11</sup>

Quant au second programme, il concerne l'application d'un plan national d'efficacité énergétique EE à l'horizon 2030 qui vise à encourager la mise en œuvre de pratiques et de technologies Innovantes, autour de l'isolation thermique des constructions existantes et nouvelles, et à préserver les ressources du pays et optimiser leurs utilisations. Les deux

---

<sup>7</sup> **Zelia Hampikian. 2017.** De la distribution aux synergies ? : Circulations locales d'énergie et transformations des processus de mise en réseau de la ville. France : HAL, archives-ouvertes.fr. Etudes de l'environnement. Université Paris-Est, 2017.

<sup>8</sup> **TITOUCHE, A. (2018).** La consommation d'énergie en forte hausse. *Liberté*.

<sup>9</sup> **CHERIF, K. A. (2018, Janvier 14).** *Problématique de la maîtrise de la consommation des carburants & développement du GPL en Algérie.* Récupéré sur ALGERIE ECO: <https://www.algerie-eco.com/2018/01/14/problematique-de-maitrise-de-consommation-carburants-developpement-gpl-algerie/>

<sup>10</sup> **MINISTERE, d. I. (2018, 10 12).** *Le Programme des Energies Renouvelables et de l'Efficacité Énergétique.* Récupéré sur Ministère de l'énergie: <http://www.energy.gov.dz/>

<sup>11</sup> **CHERIF, K. (2016, Décembre 16).** *Energie : l'Algérie va construire la plus grande centrale solaire au monde.* Récupéré sur Algérie Patriotique: <https://www.algeriepatriotique.com/2016/12/16/energie-lalgerie-va-construire-la-plus-grande-centrale-solaire-au-monde/>

programmes aspirent à avoir des retombées positives qui se traduiraient par la création d'emploi et la diminution d'une grande quantité d'émissions de CO<sub>2</sub>.<sup>12</sup>

Dans le secteur résidentiel qui joue un rôle très important dans la dépense énergétique, les pouvoirs publics appellent à la réduction des dépenses liées à la consommation énergétique. Ainsi, lors du 2ème séminaire sur l'Efficacité Énergétique dans le Secteur du Bâtiment, qui a eu lieu à Alger Avril 2017, les participants ont proposé un guide sur l'EE dans le bâtiment afin de faciliter l'élaboration d'un cahier des charges conforme à la réglementation sur l'efficacité énergétique.<sup>13</sup>

Ailleurs dans le monde, la recherche de solutions pour résoudre les problèmes du secteur de l'énergie, et de garantir un système de stockage assez suffisant avec une production décentralisée a poussé vers l'intégration des Technologies de l'Information et de la communication TIC. Cette option est venue à la suite de la diversification des procédés numériques qui, bien que coûteux et nécessitant des travaux lourds, sont porteurs d'un changement positif conséquent.<sup>14</sup>

En effet, dans le cadre de la transition énergétique et la mutation vers des nouveaux systèmes et réseaux intelligents, les TIC adoptent comme stratégie les réseaux intelligents ou Smart Grids. L'objectif primordial de ces réseaux consiste à connecter un ensemble de consommateurs et de producteurs dans le but d'assurer un haut niveau de sécurité.<sup>15</sup> Cette stratégie a été adoptée dans le secteur résidentiel par divers pays.

En France, par exemple, l'Etat s'est engagé dans le déploiement des Smart Grids en fixant comme objectif primordial l'amélioration du niveau de qualité des réseaux électriques. La stratégie adoptée représente une solution pour la maîtrise de la demande en énergie, et facilite l'intégration des EnR tout en assurant un équilibre entre la demande et l'offre. A travers cela, plus de 100 projets Smart Grids sont actuellement menés sur le territoire français. Citant

---

<sup>12</sup> **PROGRAMME DE DÉVELOPPEMENT DE L'EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE À L'HORIZON 2030, Edition 2015**, Ministère de l'Énergie et des Mines, L'AGENCE NATIONALE POUR LA PROMOTION ET LA RATIONALISATION DE L'UTILISATION DE L'ÉNERGIE APRUE, 2019

<sup>13</sup> **A, I. (2017, Avril 17). Bâtiment : L'efficacité énergétique en débat.** Récupéré sur Algerie Eco: <https://www.algerie-eco.com/2017/04/17/batiment-lefficacite-energetique-debat/>

<sup>14</sup> **GOUIN, V. (17 Novembre 2015). Evaluation de l'impact du Smart Grid sur les pratiques de planification en cas d'insertion de production décentralisée et de charges flexibles.** GRENOBLE, France: UNIVERSITÉ GRENOBLE ALPES

<sup>15</sup> IDEM (GOUIN)

un témoignage le projet Nice Grid, un démonstrateur de quartier solaire intelligent qui intègre la production photovoltaïque et assure une forte capacité de stockage de l'énergie.<sup>16</sup>

L'Allemagne, quant à elle, s'est engagée dans une stratégie énergétique en 2010 -2050, qui vise le développement accéléré des EnR et la réduction des émissions des GES.<sup>17</sup> Dans une optique parallèle, elle s'est engagée dans le développement des Smart grids afin de résoudre les contraintes d'intégration de la production qu'elle soit classique ou décentralisée. Ceci a permis de classer le pays parmi les leaders dans ce domaine de développement des énergies renouvelables.<sup>18</sup>

De l'autre côté de l'Atlantique, en Californie, la forte demande en électricité depuis les années 90 a engendré une crise énergétique considérable. Ceci a donné naissance à une politique énergétique qui encourage la participation de la demande à l'équilibre du système. Cela va être résolu à travers l'adoption des Smart Grids, une stratégie qui inclue à la fois la contribution du consommateur et du producteur et qui fournit des outils nécessaires à la réduction de la demande énergétique.<sup>19</sup>

La Bretagne a connu des risques de black-out lors des pics de consommation en hiver à cause de sa situation géographique. L'éloignement des lieux de production a engendré un déséquilibre entre l'offre et la demande liée à consommation de l'énergie. Mais cela a incité les pouvoirs publics à développer le potentiel en EnR qui couvrira bientôt 34% des consommations électriques. C'est dans cette optique, qu'en 2010, un Document définissant la politique énergétique britannique a vu le jour. Il s'agit du Pacte électrique britannique qui repose sur plusieurs objectifs dont les principaux consistent à renforcer les réseaux d'électricité tout en

---

16 **ADEME. (2015, Novembre 09).** *SMART GRIDS : Le savoir-faire français.* Récupéré sur ademe: [https://www.adem.fr/smartgrids\\_savoir\\_faire\\_français](https://www.adem.fr/smartgrids_savoir_faire_français)

17 **GRIDS-CRE, S. (2018-12-14).** L'Allemagne et les smart grids. Récupéré sur Smart Grids: [http://www.smartgrids-cre.fr/index.php?p=L'Allemagne\\_et\\_les\\_Smart\\_grids\\_Le\\_contexte\\_énergétique\\_allemand.html](http://www.smartgrids-cre.fr/index.php?p=L'Allemagne_et_les_Smart_grids_Le_contexte_énergétique_allemand.html)

18 **Bergaentzle, C. (2015, Juin 23).** Smart Grids et efficacité des systèmes électriques: instruments de régulation et impacts de la gestion de la demande . Grenoble, Sciences économiques , France.

19 IDEM (**Bergaentzle, C. 2015**)

favorisant les réseaux intelligents et du stockage de l'énergie, il contribue de plus dans le développement économique du territoire.<sup>20</sup>

En Afrique, plusieurs pays connaissent une insuffisance de l'infrastructure électrique mais une forte croissance accompagnée d'une forte demande électrique ceci va engendrer des coupures d'électricité fréquemment. De plus, les réseaux sont insuffisants vieillissants et mal entretenus et dégradés.<sup>21</sup>

Ce qui est important à souligner que ces réseaux intelligents adoptent un élément fondamental et clé pour leur fonctionnement : le smart meter ou compteur intelligent. Le terme Smart Grid est souvent confondu avec Smart Meter car il connaît un déploiement à une échelle très étendue. Aujourd'hui, ce dispositif est adopté par plusieurs pays, notamment l'Italie, l'Allemagne et la France. Cependant, il constitue une crainte pour d'autres qui craignent qu'il engendre comme complexité au système électrique courant et peinent de ce fait à l'adopter ou le généraliser.

Dans notre contexte algérien, le dispositif de comptage de l'électricité actuel connaît plusieurs limites, notamment : une intervention humaine nécessaire pour la relève trimestrielle et donc la présence obligatoire du consommateur tant que la relève nécessite d'accéder au logement ou au local. De plus, l'absence d'automatisation de ces opérations peut conduire à des erreurs de facturation, ainsi des réclamations des consommateurs. En plus de cela, les erreurs, le manque d'informations disponibles ne permet pas au consommateur de connaître sa consommation détaillée et donc ne pourra pas la contrôler.<sup>22</sup> Par conséquent, le dispositif de comptage de l'électricité demande donc d'être modernisé pour s'affranchir de ces limites.

C'est précisément au cœur de cette thématique, qu'en s'intéressant à la problématique de la transition énergétique dans le secteur résidentiel, nous nous sommes interrogés sur la manière dont il serait possible d'améliorer la gestion de la consommation énergétique en s'appuyant sur les TIC, c'est-à-dire en développant des réseaux intelligents et en utilisant des

---

<sup>20</sup> **GRIDS-CRE, S. (2018-12-14).** Les Smart grids en Afrique. Récupéré sur Smart Grids: [http://www.smartgrids-cre.fr/index.php?p= Afrique \\_ Introduction.html](http://www.smartgrids-cre.fr/index.php?p=Afrique_Introduction.html)

<sup>21</sup> **GRIDS-CRE, S. (2018-12-14).** Annuaire des projets en France-Bretagne-. Récupéré sur Smart Grids: [http://www.smartgrids-cre.fr/index.php?p= Annuaire des projets en France \\_ Bretagne.html](http://www.smartgrids-cre.fr/index.php?p= Annuaire des projets en France _ Bretagne.html)

<sup>22</sup> **L.R. . 2017.** AF ALGERIE FOCUS. *Consommation d'électricité/ Un nouveau pic de consommation dimanche 30 juillet.* [En ligne] 01 Aout 2017. [Citation : 18 12 2019.] <https://www.algerie-focus.com/2017/08/consommation-deelectricite-nouveau-pic-de-consommation-dimanche-30-juillet/>.

smart meters. Dans ce contexte, nous avons opté pour le projet de Smart City d'Alger où nous avons constaté que le projet ne possède pas des lois mais plutôt des actions qui se font au fur et à mesure et qui le font évoluer dans plusieurs domaines, en ce qui concerne le secteur énergétique, il représente une priorité mais aucune action n'est mise en place ni planifiée.

A travers ce constat, nous avons réorienté notre recherche vers les nouvelles villes récemment conçues et dont principalement la ville de Sidi Abdellah, où nous avons trouvé que cette dernière adopte des intégrations intelligentes notamment l'éclairage public intelligent. En plus de cela, et à travers des interviews et des questionnaires qui ont été réalisés, nous avons constaté que les compteurs utilisés au sein des logements sont différents par rapport aux traditionnels. Ces compteurs transmettent la consommation via des applications téléphoniques qui alertent automatiquement les consommateurs en cas de dépassement de seuil, mais vu qu'il s'agit seulement d'une application et non pas le dispositif en lui-même qui est intelligent, tout simplement c'est des compteurs ordinaires, là on ne peut pas dire que ces compteurs sont réellement communicants.

Des lors, une première question s'est imposée à nous : **Existe-t-il réellement, en Algérie, un dispositif de comptage intelligent « Smart Metering » qui permettrait d'améliorer l'EE au sein du secteur résidentiel ?** C'est à partir de cette interrogation que notre problématique s'est précisée.

## Problématique

En Algérie, le dispositif de smart metering demeure un peu développé et peu déployé. Cependant, le secteur privé propose des solutions pour la gestion de la consommation domicile par du matériel connecté via wifi, GSM...etc. Ainsi à l'aide de smart meters, il devient possible de communiquer toute information en relation avec la consommation.<sup>23</sup> C'est grâce à cette technologie qu'un projet pour la télé-relève des compteurs industriels a été réalisé en 2013 par la Société de Sonelgaz.<sup>24</sup>

---

<sup>23</sup> BOUFERTELLA Ahmed. Recherche et Développement. Les Smart Grids, l'avenir du réseau électrique. [https://www.cder.dz/vlib/bulletin/pdf/ber35\\_2\\_3.pdf](https://www.cder.dz/vlib/bulletin/pdf/ber35_2_3.pdf) DATE

<sup>24</sup> Responsable de Sonelgaz –côté commercial-

Dans une initiative similaire, l'Algérie a lancé un projet pilote d'intégration des Smart meters dans le secteur résidentiel. Ce projet phare représente une expérimentation ambitieuse par Sonelgaz. Il s'agit du projet pilote des Smart meters de Diar El Bahri à Blida.

Ayant pris connaissance de ce projet, nous nous sommes interrogés sur ses objectifs, sa mise en œuvre, sa portée par rapport au programme de transition énergétique et son impact réel sur la réduction de la consommation énergétique. Notre curiosité s'est traduite par les questions suivantes :

**Quel est l'apport de l'usage des Smart meters dans le projet des Smart meters de Diar El Bahri de Blida ? S'inscrit-il réellement dans l'optique de la transition énergétique ?**

**Quelles sont les étapes de mise en œuvre de l'installation des smart meters à Diar el Bahri (Blida) ? Sont-elles conformes au processus de mise en œuvre universel tel qu'on peut le voir dans les projets étrangers (évaluation du projet) ?**

## **Objectifs**

La problématique ainsi exposée délimite notre champ d'étude qui a pour objectif primordial de mesurer l'impact de l'usage des TIC dans la réduction de la consommation énergétique dans le secteur résidentiel et sa contribution à la concrétisation de la transition énergétique.

A cet effet, notre recherche vise à :

- Présenter ce nouveau dispositif, son fonctionnement, son impact et ses différents acteurs ;
- Mesurer l'importance de l'installation des smart meters au sein du secteur résidentiel dans le cadre de la transition énergétique et la modernisation des réseaux électriques ;
- Définir la stratégie de mise en œuvre et de déploiement des Smart meters à travers l'analyse des exemples de déploiement ;
- Concevoir une grille pour l'évaluation du projet des smart meters de Diar El Bahri à Blida en comparaison avec la mise en œuvre des projets étrangers étudiés afin de proposer quelques recommandations pour un meilleur déploiement des Smart meters en Algérie.

## **Hypothèses**

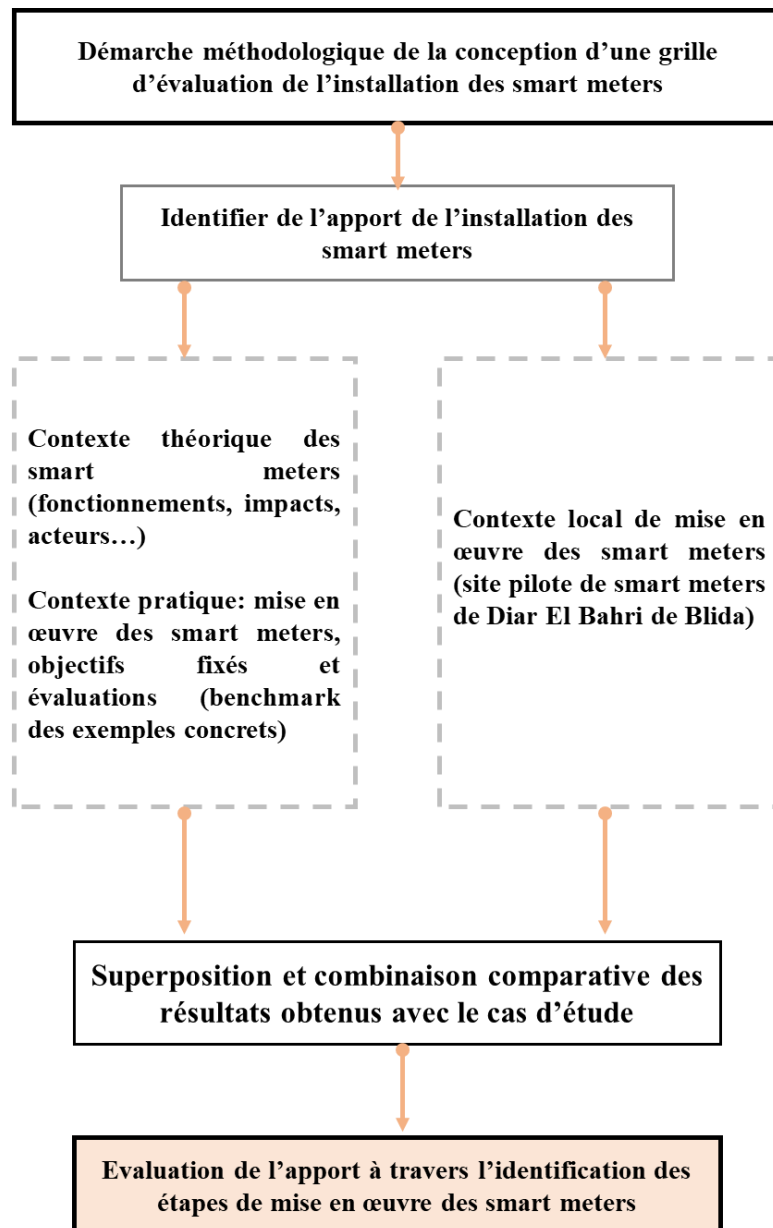
Ce nouveau dispositif « Smart meter » nécessite une stratégie pour son adoption, installation et déploiement. Afin de répondre à la problématique posée, nous suggérons deux principales hypothèses :

- Les Smart meters représentent un dispositif nécessaire pour la transition énergétique. Celle-ci présente peut s'appuyer sur les TIC à travers le développement de réseaux intelligents plus efficace et plus fiable qui présentent des impacts considérables.
- La réussite des Smart meters requiert la maîtrise de certaines étapes, notamment celles relatives à leur mise en œuvre.

## **Méthodologie et structure du mémoire de recherche**

Pour répondre aux objectifs fixés, notre travail s'appuie sur l'évaluation du projet pilote des Smart meters à Diar el Bahri (Blida) en mesurant l'apport de son installation au sein du secteur résidentiel. Notre méthodologie consiste à élaborer une grille de référents relatifs à la mise en œuvre des Smart meters en se basant sur des exemples étrangers afin d'établir une évaluation du cas d'étude (projet pilote de Diar el Bahri à Blida).

Le travail établi va se répartir selon trois parties précédée par une introduction générale et clôturé par une conclusion générale et suivant une logique hiérarchique selon cette démarche méthodologique représentée dans le schéma suivant :



**Figure 1** : Démarche méthodologique d'évaluation de l'installation des smart meters  
Source : Auteur, 2020

Nous commençons par une première **étape de recherche bibliographique**. Elle consiste à récolter des données par rapport aux notions théoriques de l'objet de recherche qui est les Smart meters. Cette étape se matérialise dans le mémoire par deux chapitres. Le premier chapitre traite la notion de la surconsommation énergétique et examine l'apport de la transition énergétique dans la réduction des factures énergétiques. Ce même chapitre explore les programmes adoptés par l'Algérie dans le cadre de la transition énergétique. En ce qui concerne

le deuxième chapitre, nous y abordons le concept du numérique et son développement au sein du secteur de l'énergie ainsi que les TIC qui ont participé à son développement. Nous examinons le rôle du numérique dans l'optimisation, la gestion et la proposition de nouveautés dans le secteur de l'énergie.

La deuxième partie de notre recherche s'appuie aussi sur une **recherche bibliographique**, mais cette fois-ci nous nous focalisons sur le cœur de notre thématique, c'est-à-dire les smart grids et plus précisément le smart meter. Ainsi, le troisième chapitre sera consacré à l'étude des systèmes énergétiques et les réseaux intelligents comme réponse à la nécessité de la transition énergétique soutenu par la contribution des TIC, et l'implication de ces réseaux dans l'optimisation de l'énergie. Etant donné que les systèmes et les réseaux intelligents sont une des composantes de la ville intelligente, il est nécessaire de mentionner la ville intelligente, ses dimensions et ses acteurs au sein du secteur de l'énergie.

Quant à la définition du concept de Smart metering, son évolution, son déploiement, ainsi que les avantages relatifs à de son application, elle est discutée dans le quatrième chapitre. Ce chapitre vise à comprendre le fonctionnement de cette nouvelle structure adoptée par nombreux pays dans le monde, en précisant son importance, son rôle dans le secteur de l'énergie et la manière dont elle répond aux défis énergétiques.

On traitera par la suite dans une **démarche empirique analytique le cas du projet pilote Diar el Bahri à Blida**. Cette partie se traduit par deux chapitres aussi. En premier lieu, l'élaboration d'une grille d'analyse requiert l'exploration d'exemples dans le monde dans lesquels ont été adoptées des stratégies de Smart metering comme solution aux déficiences de la gestion énergétique. Ainsi, nous identifions l'apport et les objectifs de l'installation des smart meters, par la suite à travers une grille d'objectif nous allons sélectionner les projets les plus réussis adoptant plus critères. Une fois les exemples sont choisis, nous allons les étudiés en détails afin de mettre en place la stratégie de mise en œuvre des projets ainsi que leur évaluation.

Dans le dernier chapitre du mémoire, nous analysons le seul et unique cas des Smart meters qui se trouve en Algérie. Il s'agit de projet pilote de Diar El Bahri à Blida. L'enquête ciblée s'appuie sur des entretiens avec des responsables du domaine, notamment le chef du projet, les responsables de Sonelgaz de Blida et la SDC d'Alger, mais également le directeur de l'école de Sonelgaz de Blida. La recherche empirique s'appuie sur les techniques d'observation directe *in situ* ainsi que sur la technique du questionnaire adressée aux habitants

du quartier afin de rassembler toute information sur le projet. Cette technique adopte deux types de questions : question fermée à réponse unique et des questions ouvertes.

De plus, le questionnaire a été distribué aux habitants des quartiers sur deux périodes différentes la première en Février jusqu'au Avril et la seconde du mois d'Octobre jusqu'au mois de décembre de l'année 2019, nous avons pu récolter environ la moitié de ce qui a été distribué de questionnaires, sur 120 exemplaires approximativement (Annexe IV, page V).

Certes nous avons eu plusieurs obstacles pour la récolte des informations du projet en raison de la confidentialité du sujet et son caractère sensible du fait qu'il s'agit de la première expérience en la matière en Algérie. Malgré cela, nous avons pu recueillir des données très importantes et inédites qui nous ont permis de mener à terme notre recherche.

Le projet pilote de Diar el Bahri à Blida se représente comme un test de faisabilité dans un quartier résidentiel qui comporte une combinaison d'habitations individuelles et des immeubles collectifs. Selon les responsables de Sonelgaz, l'expérimentation du projet devait se poursuivre pendant une durée de deux ans. En réalité, cet objectif n'a pas pu se concrétiser. Nous avons pu examiner toutes les lacunes liées à son fonctionnement.

La structure du mémoire est représentée comme suit selon le schéma ci-dessous (**Figure 02**) :



**Figure 2 :** Structure et méthodologie de la recherche  
Source : Auteur, 2020

## **PARTIE I**

---

### **LA TRANSITION ENERGETIQUE DANS LE SECTEUR RESIDENTIEL A L'EPREUVE D'UN NOUVEAU PARADIGME TECHNOLOGIQUE**

Dans cette première partie de notre mémoire de recherche, nous allons traiter les notions clés relatives à notre sujet de recherche afin de bien comprendre et de se familiariser avec ce nouveau dispositif introduit dans le secteur de l'énergie dans le cadre de la transition énergétique. Il s'agit de traiter en premier lieu le contexte énergétique et les stratégies adoptées dans cette optique.

# **CHAPITRE 1 : LA CONSOMMATION ENERGETIQUE ET L'IMPERATIF DE LA TRANSITION ENERGETIQUE DANS LE SECTEUR RESIDENTIEL**

## **Introduction**

Ce premier chapitre vise à présenter l'ensemble des concepts clés relatifs à la consommation énergétique et l'approche à la transition énergétique dans le secteur résidentiel. Il consiste aussi à examiner le contexte énergétique à travers la confrontation des données relatives à la consommation et à la production de l'énergie dans les pays étrangers et principalement en Algérie.

L'exploration de cette thématique se poursuit par une discussion du rôle réel de la transition énergétique face aux défis énergétiques et répondre aux nouveaux besoins en énergie.

Nous évoquons dans ce chapitre le concept de l'efficacité énergétique qui se projette dans le cadre de la transition énergétique et nous identifions principalement les programmes, les actions et stratégies adoptés par l'Algérie dans ce contexte.

## 1. La consommation énergétique dans le secteur résidentiel

L'énergie occupe une place dominante dans la vie et les activités humaines. Face aux changements climatiques et la forte demande et les besoins énergétiques dû à la forte croissance démographique, dans le monde et en Algérie on note un épuisement fulgurant de l'énergie. Ceci a mené à chercher d'autres solutions immédiates et efficaces qui pourraient rattraper ce recul dans le domaine de l'énergie tout en repensant nos modes de consommation et utilisation de cette dernière. Ce secteur énergétique présente une préoccupation majeure.

La consommation est définie selon le Dictionnaire français Larousse comme: « Une action ou un fait de consommer un produit, une matière, de les utiliser comme source d'énergie ; quantité consommée pendant un certain temps ».<sup>25</sup>

Des lors, la consommation énergétique est une action de consommer une énergie, un résultat entre l'implication du comportement des usagers, le comportement du bâtiment et les dispositifs de performance qu'on lui a établi. Elle se diffère selon le contexte et les structures économiques du pays.

Le secteur résidentiel, constitué principalement d'espaces de quotidienneté (habitations) pour les ménages privés représente le secteur le plus consommateur d'énergie et ceci à travers l'utilisation fréquente du chauffage des locaux, chauffage de l'eau, la climatisation, l'éclairage, la réfrigération, la cuisine et l'utilisation de nombreux autres appareils. De plus, l'augmentation de la demande de services énergétique dans les ménages est justifiée par les nouvelles utilisations finales, à savoir l'utilisation généralisée de nouveaux types de charges / équipements pour assurer les commodités de base et le confort.<sup>26</sup>

Etant donné que la consommation énergétique est plus flagrante dans les bâtiments résidentiels, plusieurs initiatives et efforts ont été établis dans les pays de l'OCDE « Organisation de coopération et de développement économiques » et ceci afin de réduire cette consommation et d'assurer l'efficacité énergétique. Ces initiatives s'inscrivent dans l'optique de l'économie d'énergie, les contrôles environnementaux et la politique de l'efficacité

---

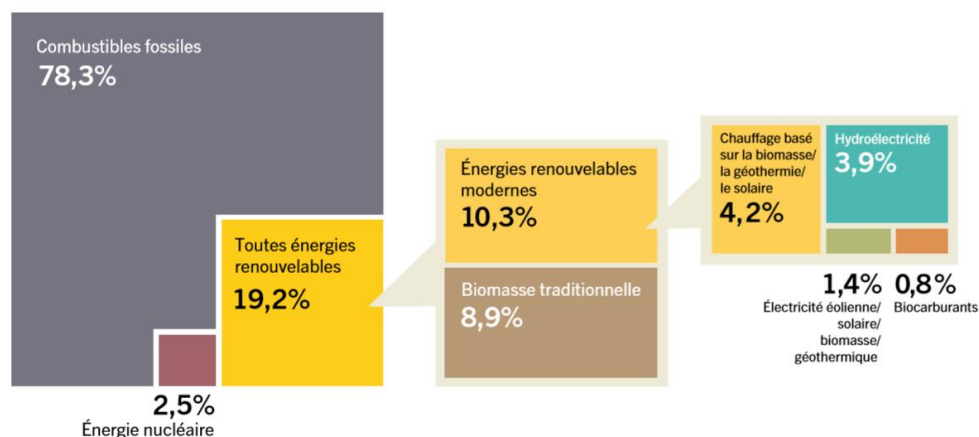
<sup>25</sup> Dictionnaire Français Larousse. (Consulté 22-11-2018). <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/consommation/18427>

<sup>26</sup> **Mark McCracken. 2005.** TeachMeFinance.com . *explain Residential Condominium Building Association Policy (RCBAP) -Residential sector-*. [En ligne] 2005. [Citation : 24 11 2019.] [http://www.teachmefinance.com/Scientific\\_Terms/Residential%20Condominium%20Building%20Association%20Policy%20\(RCBAP\).html](http://www.teachmefinance.com/Scientific_Terms/Residential%20Condominium%20Building%20Association%20Policy%20(RCBAP).html).

énergétique dont en se basant sur des constats, cette dernière pourra réduire d'environ 15% de la consommation d'énergie de l'UE d'ici 2040.

Elle dépend des secteurs d'usage à titre d'exemple le secteur résidentiel consomme une forte énergie durant la matinée et le soir par contre les industries et les locaux commerciaux utilisent l'énergie beaucoup plus durant la journée.<sup>27</sup> Elle constitue un sujet très complexe et varie selon plusieurs facteurs entre autres : les facteurs socio-économique (type de logement, dimension ou revenu de la famille), comportementale (Par exemple, valeurs, culture), technologique (par exemple, efficacité des équipements). Ces facteurs jouent un rôle important dans la planification énergétique (sous ou surestimant la demande en énergie peut entraîner une pénurie d'énergie ou une redondance des ressources) et dont elle devrait non seulement englober une réduction effective de la consommation d'énergie tout en garantissant le maintien ou l'amélioration de services énergétiques essentiels et doit élargir la portée à cause de la multitude de ces facteurs.<sup>28</sup>

Le charbon, le pétrole et le gaz représentent les grandes sources d'énergie qui ont permis de satisfaire les besoins de l'humanité mais ils sont épuisables. La consommation énergétique



**Figure 3 :** Part estimée de l'énergie renouvelable dans la consommation énergétique finale mondiale en 2014

**Source :** (Sverrisson, Janet L. Sawin Kristin Seyboth et Freyr. 2016)

<sup>27</sup> Simard, Joëlle. Juillet 2015. LA VILLE INTELLIGENTE COMME VECTEUR POUR LE DÉVELOPPEMENT DURABLE : LE CAS DE LA VILLE DE MONTRÉAL. *Essai présenté au Centre universitaire de formation en environnement et en développement durable en vue de l'obtention du grade de maître en environnement (M.Env.)*. (Québec, Canada) : Université de Sherbrooke, Juillet 2015./ Consulté 09\_11\_2019

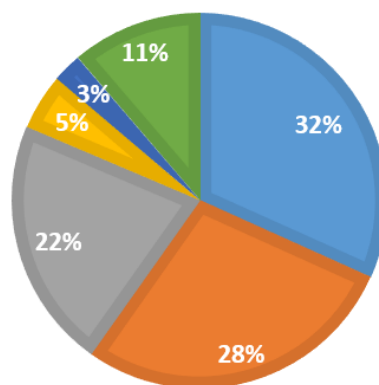
<sup>28</sup> Gouveia, João Pedro. Juillet 2017. *La consommation d'énergie du secteur résidentiel à l'honneur: des données au savoir*. [Thèse de: Doctorat en Politiques de Changement Climatique et de Développement Durable, Systèmes d'Énergie Durable] Portugal : Universidade NOVA de Lisboa, Juillet 2017.

primaire mondiale s'est concentrée sur un pourcentage de 81,4 d'énergies fossiles en 2015 selon les dernières données de l'agence international de l'énergie AIE. <sup>29</sup>

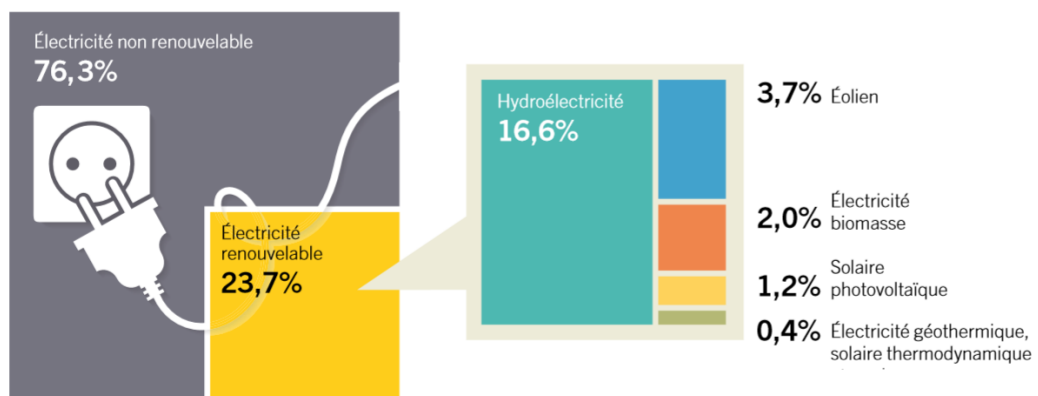
Quant à la production énergétique mondiale, il est à mentionner qu'un grand pourcentage est dédié aux énergies fossiles dans le monde en 2015, dont la production du charbon est en premier lieu. <sup>30</sup>

## PRODUCTION MONDIALE D'ÉNERGIE PRIMAIRE EN 2015

■ Pétrole ■ Charbon ■ Gaz naturel ■ Nucléaire ■ Hydraulique ■ Renouvelables



**Figure 4 :** Graphique en secteur représentant la Production Mondiale d'énergie primaire en 2015  
**Source :** Auteur (2019) à partir de : Association française pour l'hydrogène et les piles à combustible, 2017.



*Calcul basé sur la capacité de production renouvelable à la fin de 2015.  
La somme des pourcentages n'est pas toujours égale au total en raison des montants arrondis.*

**Figure 5 :** Part estimée de l'énergie renouvelable dans la production électrique mondiale, fin 2015

**Source :** (Sverrisson, Janet L. Sawin Kristin Seyboth et Freyr. 2016)

<sup>29</sup> **Connaissance de l'énergie. 2017.** Les chiffres clés de l'énergie dans le monde. 26 Septembre 2017. <https://www.connaissancedesenergies.org/les-chiffres-cles-de-lenergie-dans-le-monde-170926>

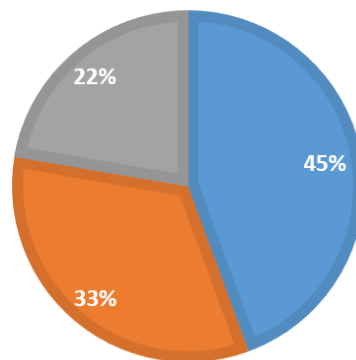
<sup>30</sup> Association française pour l'hydrogène et les piles à combustible, Mémento de l'hydrogène FICHE 2.1. Situation mondiale de l'énergie. Révision 2017. <http://www.cea.fr/multimedia/Documents/publications/ouvrages/memento-energie-2017.pdf>

Pour l'Algérie, La consommation énergétique a atteint 59,6 M Tep en 2017 (augmenté avec 2,1% par rapport à 2016). Elle représente plus d'un tiers (35,9%) de la production totale. Cette évolution est projetée par secteur d'activité dont le secteur résidentiel est considéré comme le plus consommateur et le plus émetteur de gaz à effet de serre, par la suite le secteur du transport et en fin le secteur industriel (Figure 2).<sup>31</sup> Ce qu'on remarque que la consommation nationale est en croissance accrue et ceci est du à l'amélioration du cadre de vie des citoyens et l'augmentation des besoins.

Elle repose majoritairement sur les combustibles fossiles en pétrole et gaz (99%) constitue la source principale des rejets polluants en Algérie notamment les émissions de gaz à effet de serre. Les quantités importantes rejetées dans l'atmosphère des GES dont principalement le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) proviennent des secteurs des transports (44%), le résidentiel et le tertiaire (34%), et l'industrie (14%).<sup>32</sup>

### CONSOMMATION FINALE DE L'ENERGIE PAR SECTEUR

■ Ménages et autres (ex: résidentiel) ■ Transport ■ Industrie



**Figure 6 :** Graphique en secteur représentant la consommation finale de l'énergie par secteur

**Source :** Auteur à partir de (Sonelgaz, 2017)

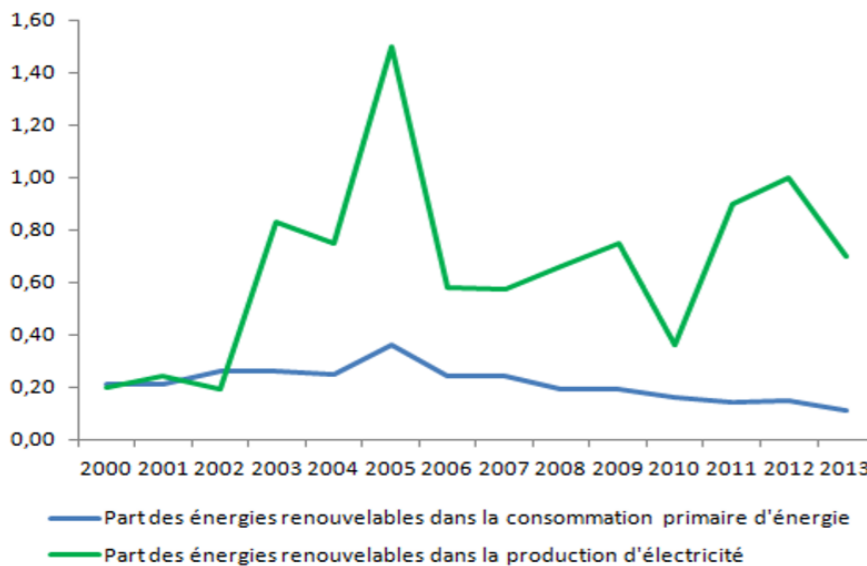
Selon plusieurs déclarations officielles, les puits de pétrole seront asséchés dans peu de temps. Ces affirmations alarmantes ont poussé les pouvoirs publics à chercher de nouvelles solutions afin de tenter d'affronter cette supposée situation critique d'épuisement des ressources. L'idée consistait à développer des stratégies qui visent à développer et adopter des

<sup>31</sup> Ministère de l'énergie. Bilan énergétique national 2017. Edition 2018. [http://www.energy.gov.dz/francais/uploads/MAJ\\_2018/Stat/Bilan\\_Energ%C3%A9tique\\_National\\_2017\\_edition\\_2018.pdf](http://www.energy.gov.dz/francais/uploads/MAJ_2018/Stat/Bilan_Energ%C3%A9tique_National_2017_edition_2018.pdf)

<sup>32</sup> IDEM (Ministère de l'énergie. Bilan énergétique national 2017)

EnR ou d'autres énergies comme l'électronucléaire.<sup>33</sup> En 2011, dans le cadre du Programme National de Maîtrise de l'Énergie (PNME) et dans le secteur résidentiel, plusieurs mesures ont été introduites à savoir l'introduction de l'isolation thermique des bâtiments pour promouvoir une consommation énergétique rationnelle.<sup>34</sup>

Ce déficit en termes de variété des EnR dont sa part dans le bilan énergétique est très faible sur la dernière décennie, elle ne représente aujourd'hui que 0,11% (Graphe 2). Quant au mix énergétique, la part des ER est toujours très faible aussi et ne représente que 0,7%, qui est loin de la moyenne de la zone de l'Afrique du Nord à 6,5%. Le solaire et l'hydraulique représentent les sources d'origine renouvelable consacrées à la production électrique en Algérie et qui représentent respectivement 15% et 85% (l'éolien est presque inexistant). C'est pour cette raison que les pouvoirs publics algériens ont mis en place plusieurs objectifs afin d'augmenter la part des énergies renouvelable dans la consommation énergétique à un niveau de 14% d'ici 2020.<sup>35</sup>



Source : <https://yearbook.enerdata.net/>, consulté le 20/03/2015

**Figure 7 :** Evolution de la part des EnR dans bilan énergétique en Algérie (en%)

Source : (BOUACIDA, Rédha Younes. 16/2016)

<sup>33</sup> Sverrisson, Janet L. Sawin Kristin Seyboth et Freyr. 2016. *DES ÉNERGIES RENOUVELABLES 2016, RENEWABLE ENERGY POLICY NETWORK FOR THE 21ST CENTURY*. [RAPPORT SUR LE STATUT MONDIAL ] Paris (France) : Secrétariat de REN21, 2016. Consulté 17-01-2020

<sup>34</sup> *Programme national de maîtrise de l'énergie : L'isolation thermique dans le bâtiment financée par l'APRUE*. Oubraham, Sihem. Aout 2011. Alger : El MOUDJAHID, dans APRUE, Energie, Aout 2011.

<sup>35</sup> BOUACIDA, Rédha Younes. 16/2016. *Quelle intégration de l'Algérie dans le développement durable ? Un essai d'analyse à partir d'indicateurs statistiques*. Skikda, Algérie : Université du 20/08/1955-Skikda, El Bahith Review, 16/2016. Consulté 17-01-2020

## 2. Le rôle de la transition énergétique dans le secteur résidentiel

Le terme relatif à la transition énergétique fait référence au passage des systèmes actuels de production et de consommation d'énergie, qui reposent principalement sur des sources d'énergie non renouvelables telles que le pétrole, à un mix énergétique plus efficace et moins carboné. Elle est spécifique à chaque pays ou groupe de pays et elle représente un processus lent car les systèmes énergétiques ne sont pas très dynamiques. Elle nécessite des percées technologiques et des changements radicaux dans la consommation d'énergie des consommateurs.

Le concept de « trilemme de l'énergie » a été décrit par le Conseil mondial de l'énergie qui représente une coalition de dirigeants et de praticiens d'une centaine de pays, qui impliquait l'équilibre entre trois objectifs contradictoires mais imbriqués :

1. Sécurité énergétique : la fiabilité de l'alimentation doit être garantie pour répondre à la demande actuelle et future ;
2. Actions énergétiques : l'énergie doit être disponible dans le monde entier, en particulier dans les marchés émergents, à un coût raisonnable ;
3. Durabilité environnementale : le réchauffement climatique exige un progrès en terme d'efficacité énergétique et au développement de sources d'énergie renouvelables à faibles émissions de gaz à effet de serre.<sup>36</sup>

La transition énergétique représente le passage d'un système à un autre. Elle connaît des changements de nos jours dans les pays développés ce n'est plus un remplacement d'une source d'énergie par une autre plus performante l'objectif assigné au secteur énergétique change, c'est plutôt maintenant la favorisation de l'émergence dé-carbonisées qui répond au changement climatique. Toutefois, dans le secteur électrique, elle se penche sur la sobriété (la maîtrise des consommations) et le développement des EnR. Ceci se traduit par ce qu'on appelle des modifications incrémentales ou comme des prémices d'un changement de modèle ou de paradigme.<sup>37</sup>

---

<sup>36</sup> Wyman, Oliver. 2014. *Trilemme Énergétique Mondial*. [Résumé] France : CONSEIL MONDIAL DE L'ÉNERGIE, WORLD ENERGY COUNCIL, 2014.

<sup>37</sup> Defeuilley, Christophe. 2018. *Villes (SOBRES) Chapitre 3. Transition énergétique, Les trajectoires du changement*, pages 93 à 110. sobres : Presses de Science Po, 2018.

De plus, selon Datanergy le magazine de l'énergie 3.0 : « *La transition énergétique est un objectif écologique qui consiste en un changement du système énergétique actuel vers un nouveau système énergétique basé sur des ressources renouvelables. Cela consiste principalement à réduire la consommation d'énergies fossiles dans une grande part des activités de l'homme : l'industrie, les transports, l'éclairage, etc.* ». <sup>38</sup>

La transition énergétique implique majoritairement un ensemble d'acteurs d'un territoire et elle se construit collectivement avec l'implication d'un ensemble des parties prenantes qui se répartissent selon quatre domaines à savoir : la production, le transport, la distribution et la fourniture. Ceci représente notamment les acteurs institutionnels, des acteurs du système énergétique centralisé, des individus et collectifs de la société civile, ainsi que des entrepreneurs et entreprises privées et des acteurs publics. Le consommateur est impliqué également, et il occupe le centre de ce système par le biais de la sobriété et de l'efficacité énergétiques afin de rééquilibrer l'offre et la demande et sera garanti par le changement dans les modes de vie à travers l'introduction de nouveaux dispositifs comme le smart meter et la réduction des comportements énergivores. Dès lors, le consommateur devient de plus en plus producteur des EnR ou auto-consommeur. Ce processus est en évolution avec la pluralité d'acteurs et il permet le passage d'une gouvernance hiérarchisée descendante à une gouvernance plus horizontale contrainte par un cadre historique et une législation et des normes. <sup>39</sup>

Ce qu'il faut mentionner également, que la transition énergétique ne s'agit pas seulement une transformation technique mais plutôt des transformations profondes. L'application des politiques et des démarches publiques gênent et limitent parfois la dimension innovante. <sup>40</sup>

### **3. L'efficacité énergétique, un défi qui s'inscrit dans le cadre de la transition énergétique**

La maîtrise de l'énergie est une activité primordiale et l'un des premiers défis des politiques publiques, car elle regroupe plusieurs acteurs de plusieurs secteurs qui travaillent en

---

<sup>38</sup> 2016. Datanergy le magazine de l'énergie 3.0. *Transition énergétique*. [En ligne] Powered by Invox Content Marketing, 2016. [Citation : 23 12 2019.] <https://www.datanergy.fr/glossaire/transition-energetique/>.

<sup>39</sup> Céline MARTIN, Marie FORGET, Véronique PEYRACHE-GADEAU. Consulté 19-12-2019 . *France*. [Article] Réseau et territoire, acteurs en réseau : l'enjeu de la gouvernance énergétique : ADEME

<sup>40</sup> IDEM (Céline MARTIN, Marie FORGET, Véronique PEYRACHE-GADEAU. Consulté 19-12-2019 )

collaboration. On peut citer comme exemple le secteur de l'habitat qui intègre la réglementation thermique dans le bâtiment afin d'améliorer la qualité de vie, le secteur de l'environnement qui mis en place des lois et des textes législatifs pour réduire les impacts qui pourraient influencer le milieu de vie de l'humain. On pourra identifier ces initiatives comme actions qui assurent l'efficacité énergétique.<sup>41</sup>

La notion d'efficacité énergétique désigne le rapport entre l'énergie produite et l'énergie consommée.<sup>42</sup> Consommer moins et mieux pour satisfaire les besoins en énergie tout en maximisant le rendement et produisant à moindre coût et moindre impact écologique.<sup>43</sup> Elle représente une utilisation rationnelle de l'énergie.

En effet, l'efficacité énergétique représente un enjeu économique, social et environnemental majeur de la transition énergétique qui permet de réduire la consommation énergétique tout en réduisant les coûts environnementaux, économiques et sociaux de la production et la consommation de l'énergie et en conservant le même service final (faire mieux avec moins). Elle améliore aussi la qualité du cadre de vie des citoyens.<sup>44</sup> Plusieurs chercheurs considèrent qu'elle représente un enjeu économique en limitant les perturbations des prix de l'énergie sur les coûts de production, un enjeu social en assurant une égalité et une équité d'accès des utilisateurs à l'énergie et un enjeu environnemental à travers la diminution du réchauffement climatique et en fin un enjeu politique essentiel en assurant une autonomie et une indépendance énergétique d'un pays par rapport à un autre.<sup>45</sup>

Par ailleurs, l'efficacité énergétique est perçue, aujourd'hui, et partout dans le monde, comme étant une réponse appropriée aux problèmes du secteur de l'énergie et à la problématique de la surconsommation énergétique. C'est une activité créatrice de richesse et

---

<sup>41</sup> **Ministère de l'Énergie et des Mines, Agence Nationale pour la Promotion et la Rationalisation de l'Utilisation de l'Énergie. 2015.** La situation énergétique régionale. Edition 2015. <http://www.aprue.org.dz/documents/publication%20energie%20dans%20les%20zones-edition%202015.pdf>

<sup>42</sup> **Groupe AFNOR. Normes et performances énergétiques des bâtiments. 30 août 2013** – Le Moniteur n° 5727 – Cahier détaché n° 2 consultable sur [www.lemoniteur.fr](http://www.lemoniteur.fr)

<sup>43</sup> **Karim Beddiar, M. Amjahdi et J. Lemale. Mars 2015.** *Solutions énergétiques dans les éco quartiers*. Paris : DUNOD, Mars 2015. 9782100711345.

<sup>44</sup> **Le Coredem. (Consulté 11-2018).** Efficacité énergétique. <http://lexicommon.coredem.info/article90.html>

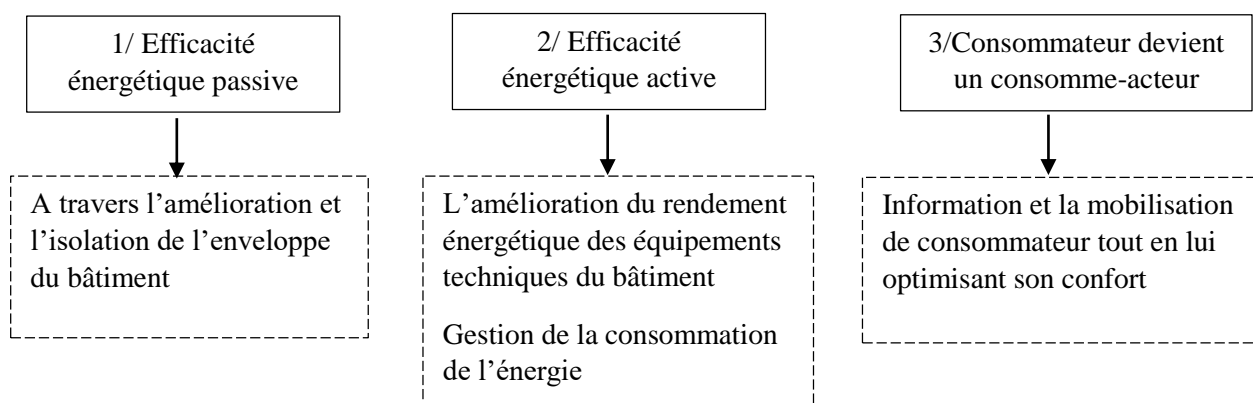
<sup>45</sup> **Schneider Electric, Février 2011.** Le livre blanc de l'Efficacité énergétique. [http://energie-industrie.com/media/Presentation/livre\\_blanc\\_ee\\_fevrier2011\\_schneider\\_electric\\_\\_1\\_\\_313445.pdf](http://energie-industrie.com/media/Presentation/livre_blanc_ee_fevrier2011_schneider_electric__1__313445.pdf)

d'emplois tout en impliquant un investissement couteux en général, 3 à 4 fois moins cher par rapport à l'investissement dans la production d'électricité.<sup>46</sup>

L'EE pourra être perçu également du côté des améliorations technologiques à travers l'introduction des nouveaux équipements techniques, beaucoup plus que du côté des changements du comportement énergivore et du mode de vie.<sup>47</sup>

L'efficacité énergétique s'articule selon une démarche qui repose sur quatre principes et qui sont : en premier lieu, le principe de « **mesurer** » et cela en rapportant un état du lieu des consommations. En deuxième lieu « **optimiser** » à travers la proposition de solution et de dispositifs qui servent à gérer et contrôler les consommations. Ensuite « **surveiller** » en utilisant des indicateurs et des opérateurs de télégestion. Et enfin « **améliorer** » afin de faciliter l'exploitation pour les occupants et leur assurer le confort.<sup>48</sup>

Afin d'augmenter les gains et les apports environnementaux sociaux et économiques, il existe trois approches de l'efficacité énergétique qui identifient des objectifs et qui sont représentées ci-dessous sous un schéma explicite.



**Figure 8** : Schéma représentant les approches de l'efficacité énergétique

**Source** : Auteur (2019) à partir de (SMART GRIDS- CRE. Définitions : l'efficacité énergétique, une approche plurielle)

<sup>46</sup> **PROGRAMME DE DÉVELOPPEMENT DE L'EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE À L'HORIZON 2030, Edition 2015**, Ministère de l'Énergie et des Mines, L'AGENCE NATIONALE POUR LA PROMOTION ET LA RATIONALISATION DE L'UTILISATION DE L'ÉNERGIE APRUE, 17-01-2020

<sup>47</sup> **Gouveia, João Pedro. Juillet 2017. La consommation d'énergie du secteur résidentiel à l'honneur: des données au savoir.** [Thèse de: Doctorat en Politiques de Changement Climatique et de Développement Durable, Systèmes d'Énergie Durable] Portugal : Universidade NOVA de Lisboa, Juillet 2017

<sup>48</sup> **Le livre blanc de l'Efficacité énergétique. Schneider Electric, Février 2011.** [http://energie-industrie.com/media/Presentation/livre\\_blanc\\_ee\\_fevrier2011\\_schneider\\_electric\\_\\_1\\_\\_313445.pdf](http://energie-industrie.com/media/Presentation/livre_blanc_ee_fevrier2011_schneider_electric__1__313445.pdf)

Dès lors, lorsqu'on parle d'efficacité énergétique, des dispositifs de maîtrise de l'énergie, et d'équilibrage entre la production et la consommation énergétique se mettent en place à toutes les échelles, notamment celle du bâtiment.

Dans le cadre de l'EE dans le bâtiment, et dans le but de la réduction de la consommation énergétique, deux types de solutions se mettent en jeu qu'elles soient passives ou actives. Il s'agit, en premier lieu, des solutions passives qui concernent les caractéristiques du bâtiment, son insertion dans le contexte urbain, ainsi que sa forme urbaine, son architecture et les paramètres qui peuvent être pris en compte lors de la construction d'un bâtiment dans le but d'augmenter sa performance énergétique. Plusieurs exemples peuvent être cités à cet égard, notamment l'orientation et l'exposition du bâtiment au soleil afin de profiter d'un éclairage maximal et se protéger de l'ensoleillement, le renforcement de l'isolation thermique avec l'utilisation des matériaux isolants qui réduisent les déperditions thermiques et optimisent les gains, la meilleure étanchéité du bâti à l'air, la performance des systèmes de ventilation.<sup>49</sup>

En deuxième lieu, les solutions actives visent à utiliser seulement l'énergie nécessaire par une gestion active des équipements, et cela se traduit à travers les systèmes intelligents qui permettent de contrôler et de réguler la consommation énergétique et éviter les consommations inutiles.<sup>50</sup>

Quant à l'échelle de l'urbain qu'elle soit à l'échelle du quartier ou de la ville, l'EE développe des nouveaux outils de conception à grande échelle qui collaborent avec ceux de la petite échelle du bâtiment avec notamment une implication d'autres acteurs. L'ambition est d'assurer l'autonomie de cette unité tout en réfléchissant à assurer une efficacité énergétique du cadre bâti et son confort thermique, acoustique et visuel. Cela s'illustre à travers la réalisation des quartiers à basse consommation énergétique, à énergie positive ou même les Eco quartiers.<sup>51</sup>

Les politiques et les mesures d'EE sont capitales et consacrent des investissements gigantesques dans ce cadre dont plusieurs stratégies ont été mis en œuvre. Ces stratégies

---

<sup>49</sup> **CONNAISSANCE des ENERGIES. Mars 2013.** Le fil info énergies, Efficacité énergétique et bâtiment. Consulté 11-2018. <https://www.connaissancedesenergies.org/fiche-pedagogique/efficacite-energetique-et-batiments>.

<sup>50</sup> **IDEM (CONNAISSANCE des ENERGIES. Mars 2013)**

<sup>51</sup> **Université de la Réunion. LABORATOIRE DE RECHERCHE PIMENT.** Efficacité Énergétique des Bâtiments et des Quartiers - Maîtrise de l'Energie sous les Climats Chauds et Tropicaux, et les Zones Non-Interconnectées (ZNI). <http://piment.univ-reunion.fr/actualites-recherche/efficacite-energetique-des-batiments-et-des-quartiers-maitrise-de-lenergie-sous-les-climats-chauds-et-tropicaux-et-les-zones-non-interconnectees-zni/>. Consulté 10-2019

facilitent la transition vers les combustibles modernes et répondent aux préoccupations environnementales, en fixant des objectifs de réduction de la consommation énergétique et les émissions de GES et également l'augmentation du confort thermique tout en garantissant le maintien et l'amélioration de services énergétiques.<sup>52</sup>

#### 4. L'efficacité énergétique en Algérie

A propos de l'EE en l'Algérie, elle est sur les premiers pas dans le domaine d'énergie. Le pays s'est engagé dans une nouvelle stratégie de transition énergétique pour promouvoir, dans les systèmes urbains, le fameux triptyque 'sobriété, efficacité, énergie renouvelable' se concrétise de plus en plus. Ceci s'illustre tout d'abord à travers l'élaboration d'un plan national de rénovation énergétique qui s'inscrit dans cadre du programme national d'efficacité énergétique.<sup>53</sup>

De plus, l'Algérie se projette dans des défis qui répondent à une meilleure consommation et gestion de l'énergie, à titre d'exemple la nouvelle réglementation thermique en Algérie qui répond aux nouvelles exigences d'efficacité et de sobriété énergétique et qui mène à procéder à une évaluation des bâtiments existants et du confort thermique dedans afin d'identifier les potentialités énergétiques.<sup>54</sup>

Dans le même contexte, la nouvelle politique énergétique favorise les EnR vient renforcer cette démarche. Plusieurs organismes du secteur d'énergie CDER, l'APRUE, SONELGAZ optent à sensibiliser pour une économie de la consommation d'énergie. Pour cela, le CDER recommande, l'ouverture du champ du renouvelable aux secteurs résidentiel et tertiaire à travers l'installation des équipements solaires au niveau des toitures et dont le potentiel solaire en Algérie est remarquable. En outre, multiples entreprises privées se lancent

---

<sup>52</sup> **Gouveia, João Pedro. Juillet 2017.** *La consommation d'énergie du secteur résidentiel à l'honneur: des données au savoir.* [Thèse de: Doctorat en Politiques de Changement Climatique et de Développement Durable, Systèmes d'Énergie Durable] Portugal : Universidade NOVA de Lisboa, Juillet 2017

<sup>53</sup> **N. Bouarroudj et K. Imessad. 2016.** Rénovation énergétique dans le secteur résidentiel à Constantine un gisement potentiel pour la consécration des nouvelles exigences énergétiques et environnementales. *Revue des Energies Renouvelables* Vol. 19 N°3 (2016) 387 – 396. [https://www.cder.dz/download/Art19-3\\_5.pdf](https://www.cder.dz/download/Art19-3_5.pdf)

<sup>54</sup> IDEM (N. Bouarroudj et K. Imessad. 2016)

déjà dans le renouvelable, ces actions contribuent fortement et favorablement dans la nouvelle politique énergétique en cours.<sup>55</sup>

En outre, le pays s'est lancé dans plusieurs programmes ambitieux d'efficacité énergétique qui se basent sur le fameux triptyque 'sobriété, efficacité, énergie renouvelable' se concrétise de plus en plus. On cite comme exemples le programme national de développement des énergies renouvelables 2015-2030, ceci représente un axe très important dans la lutte contre les changements climatiques. Il vise la préservation des énergies fossiles et le recours vers d'autres énergies qui prennent en considération le développement durable à travers le développement du photovoltaïque et de l'éolien à grande échelle, l'introduction des filières de la biomasse (valorisation des déchets), de la cogénération et de la géothermie, et également sur le report, à 2021, du développement du solaire thermique (CSP). Ceci représente une part de renouvelables de près de 27% d'ici 2030 et pourrait créer de l'emploi et développer la technologie et le savoir-faire tout en contribuant à préserver l'environnement.<sup>56</sup>

Cet investissement représente un défi majeur aux enjeux environnementaux et à la problématique de préservation des ressources naturelles. Ce programme s'appuie principalement sur le potentiel solaire et l'exposition au soleil qui couvre une grande partie du territoire algérien et son immense Sahara pour répondre aux demandes et besoins énergétiques du pays qui devraient doubler à l'horizon 2020 et augmenter également la part des énergies vertes dans la consommation totale. L'idée consiste à entrer dans les concurrences du marché en énergie solaire et d'adopter des industries créatrices d'une nouvelle richesse pour le pays dans le futur. Ceci s'illustre à travers la participation du pays en 2008 dans le Plan Solaire Méditerranéen (PSM) pour développer la filière solaire et éolienne. De plus, en 2009, l'Algérie s'est engagée dans une collaboration avec l'Allemagne dont son achèvement consiste à construire la première tour thermique dans le monde, et qui devrait permettre à l'Algérie de

---

<sup>55</sup> N. Bouarroudj et K. Imessad. 2016. Rénovation énergétique dans le secteur résidentiel à Constantine un gisement potentiel pour la consécration des nouvelles exigences énergétiques et environnementales. Revue des Energies Renouvelables Vol. 19 N°3 (2016) 387 – 396. [https://www.cder.dz/download/Art19-3\\_5.pdf](https://www.cder.dz/download/Art19-3_5.pdf)

<sup>56</sup> APRUE, L'Agence Nationale pour la Promotion et la Rationalisation de l'Utilisation de l'Energie. Consulté 20-12-2018. <http://www.aprue.org.dz/>

produire d'ici 2030 et qui permette de couvrir un tiers de ses besoins énergétiques à partir de ressources renouvelables.<sup>57</sup>

Un autre projet qui est en cours de mise en place est celui du programme national sur l'efficacité énergétique à l'horizon 2030, adopté par le gouvernement depuis 2011 favorisant ainsi l'émergence d'un marché durable de l'efficacité énergétique en Algérie. Il intègre l'efficacité énergétique dans différents secteurs de consommation qui influent sur la demande d'énergie, tout en améliorant le cadre de vie du citoyen, lui offrir de l'emploi et des richesses et lui préserver son environnement. En ce qui concerne le secteur du bâtiment, le programme vise la réduction de la consommation de 9% en encourageant les nouvelles technologies et pratiques pour les constructions et tous les dispositifs performants qui contribuent au confort et bien-être de l'habitant.<sup>58</sup> Ce programme fait face à la tendance de la surconsommation énergétique et contribue à renverser cette tendance en faveur d'une utilisation plus économe et rationnelle de l'énergie.<sup>59</sup>

Ces programmes ont été élaborés selon les prévisions énergétiques établies à l'horizon 2030, qui alertent le domaine de l'énergie en terme de non suffisance de la production dans les prochains délais.<sup>60</sup>

Le ministre de l'énergie a présenté, récemment, une communication intitulée "Pour un partenariat renforcé dans le secteur algérien de l'énergie" dans laquelle il appelle à chercher une meilleure rentabilité par une utilisation optimale des technologies et une meilleure valorisation des ressources algériennes afin de renforcer la croissance économique de l'Algérie, à satisfaire la demande énergétique interne en croissance soutenue et à maintenir le rôle du pays sur la scène énergétique internationale. Concernant la politique énergétique, elle vise plusieurs objectifs. En premier lieu, elle s'attèle à identifier l'effort d'exploration dans les bassins matures

---

<sup>57</sup> **Rédha Younes BOUACIDA. Le 16-2016.** Quelle intégration de l'Algérie dans le développement durable ? Un essai d'analyse à partir d'indicateurs statistiques, Université du 20/08/1955-Skikda ; Algérie, CAE-CERGAM, AMU, France, El Bahith Review, 17-01-2020

<sup>58</sup> **APRUE, L'Agence Nationale pour la Promotion et la Rationalisation de l'Utilisation de l'Energie.** Consulté 20-12-2018. <http://www.aprue.org.dz/>

<sup>59</sup> **Rédha Younes BOUACIDA. Le 16-2016.** Quelle intégration de l'Algérie dans le développement durable ? Un essai d'analyse à partir d'indicateurs statistiques, Université du 20/08/1955-Skikda ; Algérie, CAE-CERGAM, AMU, France, El Bahith Review, 17-01-2020

<sup>60</sup> **N. Bouarroudj et K. Imessad. 2016.** Rénovation énergétique dans le secteur résidentiel à Constantine un gisement potentiel pour la consécration des nouvelles exigences énergétiques et environnementales. Revue des Energies Renouvelables Vol. 19 N°3 (2016) 387 – 396. [https://www.cder.dz/download/Art19-3\\_5.pdf](https://www.cder.dz/download/Art19-3_5.pdf)

ainsi que dans les bassins faiblement explorés facilitée par la disponibilité des capacités de traitement et de transport non utilisées. En deuxième lieu, il s'agit de l'amélioration de la récupération au niveau des gisements déjà en exploitation. Ceci permettra d'apporter des bénéfices et des améliorations technologiques dans tous les domaines au pays. Troisièmement, elle vise l'augmentation des capacités de raffinage et de stockage des produits pétroliers pour satisfaire la demande croissante en carburants. En dépit de tout cela, l'Algérie aspire à jouer toujours un rôle actif et le garder pour aboutir à des accords entre les pays OPEP et les pays-non OPEP participants, afin de rééquilibrer le marché et d'œuvrer pour un "dialogue positif et constructif" avec tous les pays.<sup>61</sup>

Sonelgaz, pour sa part, souhaite adapter des infrastructures énergétiques qui se basent essentiellement sur les EnR et l'EE. Elle porte pour la modernisation des systèmes de conduite, la mise en œuvre de réseaux et de smart meters et la décentralisation de la gestion notamment la préparation des acteurs et des processus de gestion.<sup>62</sup>

L'Algérie s'engage dans l'optique de la transition énergétique tout en gardant son investissement dans les énergies fossiles.<sup>63</sup> De plus, en 2013 l'Algérie opte pour un nouveau système de comptage intelligent qui sera mis en place sur le marché national avec la collaboration entre des chercheurs algériens et l'université de Boumerdès pour la conception, le développement et la confection de ce smart meter. Déclaré par « Yacine claironne ».<sup>64</sup> Quant à l'Union Européen, il opte pour une stratégie « Europe 2020 » d'efficacité énergétique qui vise la croissance intelligente, durable et inclusive. Elle s'est fixé un objectif des « 20-20-20 » d'ici 2020, consistant à réduire les émissions de gaz à effet de serre de 20%, à économiser 20% d'énergie grâce à une meilleure efficacité énergétique et une augmentation de la part des énergies renouvelables à 20%.

---

<sup>61</sup> **Le ministre de l'Énergie, Mustapha Guitouni. 2017.** *Guitouni présente la politique énergétique algérienne à Istanbul.* [En ligne] 12 Juillet 2017. [Citation : 11 12 2019.] <http://www.aps.dz/economie/60243-guitouni-presente-la-politique-energetique-algerienne-a-istanbul>.

<sup>62</sup> **Le Ministre de l'Énergie. 2019.** *Cérémonie de commémoration du 50ème anniversaire.* [Discours] Alger : Centre de conférence Abdellatif Rahal, Club des pins, 28 Juillet 2019.

<sup>63</sup> **Gérard Tur. 2019.** *ECONOSTRUM L'ACTUALITE ECONOMIQUE DANS LA MEDITERRANEE. L'Algérie s'engage dans l'efficacité énergétique.* [En ligne] 27 Mars 2019. [Citation : 14 11 2019.] [https://www.econostrum.info/L-Algerie-s-engage-dans-l-efficacite-energetique\\_a25422.html](https://www.econostrum.info/L-Algerie-s-engage-dans-l-efficacite-energetique_a25422.html).

<sup>64</sup> **Saoudi Abdelaziz. 2013.** *overblog. Le compteur électrique intelligent algérien : les exagérations de l'APS.* [En ligne] 20 Juin 2013. [Citation : 13 11 2019.] <http://www.algerieinfos-saoudi.com/article-le-compteur-electrique-intelligent-algerien-les-exagerations-de-l-aps-118612442.html>.

Dans le cadre législatif, plusieurs directives ont été mises en place en faveur du rendement énergétique par la commission européenne. A titre illustratif la directive (EPBD) « Energy Performance of Buildings Directive » adoptée en 2002, qui est le principal outil juridique communautaire, qui prévoit une démarche globale en matière d'utilisation efficace de l'énergie dans le secteur du bâtiment. En parallèle de cela, un plan global pour l'EE publié en 08-03-2011, adoptant une feuille de route pour une économie à faible intensité de carbone d'ici à 2050 et lance un processus de rénovation des bâtiments publics et privés et l'amélioration de la performance énergétique des composants et appareils électriques utilisés dans ces bâtiments avec finalement les obligations exigées pour la diminution des consommateurs de leur consommation d'énergie.

De plus, Conseil mondial de l'énergie (CME) propose certaines recommandations qui pourraient constituer des pratiques optimales et qui sont <sup>65</sup>:

**Encadré 4.** Recommandations du Conseil mondial de l'énergie en matière de politiques d'efficacité énergétique, qui comprend :

1. Les prix de l'énergie devraient refléter les coûts réels et être plus incitatifs pour les consommateurs.
2. Les consommateurs devraient être mieux informés.
3. Des outils de financement innovants sont nécessaires pour soutenir les investissements des consommateurs.
4. La qualité des équipements et des services d'efficacité énergétique devrait être contrôlée.
5. Des dispositions doivent être prises pour faire respecter les réglementations et celles-ci doivent être renforcées régulièrement.
6. Les comportements devraient faire l'objet de la même attention que les technologies, en particulier l'utilisation croissante des technologies de l'information et des communications (TIC).
7. Il est nécessaire de vérifier les résultats afin d'évaluer l'impact réel des politiques d'efficacité énergétique.
8. La coopération internationale et régionale devrait être renforcée.

---

<sup>65</sup> L'EUROPE, COMMISSION ÉCONOMIQUE POUR. 2017. *MEILLEURES PRATIQUES POUR PROMOUVOIR L'EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE*. [Rapport] Suisse : Nations Unies New York et Genève, 2017.

En guise de conclusion, il est important de souligner qu'il y a eu plusieurs investissements et moyens de la part des pays étrangers pour la maîtrise d'énergie à savoir l'économie de l'énergie et la réduction des GES de serre en respectant le protocole de Kyoto. En plus de cela, une grande importance est consacrée pour la réglementation et les mesures législatifs dans la cadre de la maîtrise de l'énergie aux différentes échelles.<sup>66</sup>

---

<sup>66</sup> WAHIBA, BOUMAMA. Mars 2013. *AU SUJET DE LA POLITIQUE D'EFFICACITE ENERGETIQUE EN ALGERIE : APPROCHE SYSTEMIQUE POUR UN DEVELOPPEMENT DURABLE, CAS DE : PROGRAMME ECO6BAT*. [MEMOIRE POUR L'OBTENTIONU DIPLOME DE MAGISTER EN GENIE-CIVIL] Tlemcen : UNIVERSITE ABOU-BAKR BELKAID – TLEMCCEN, FACULTE DE TECHNOLOGIE, DEPARTEMENT DE GENIE-CIVIL, Mars 2013. Consulté 15-11-2019

## **Conclusion**

Ce chapitre présente une initiation au sujet de recherche et permettant de se familiariser avec ces différents notions et concepts qui se réfèrent au secteur l'énergie, et de mettre en évidence les différentes relations existantes entre ces derniers.

Nous avons remarqué en premier lieu que la consommation énergétique constitue une préoccupation majeure actuellement dans le secteur résidentiel qui reconnut une surconsommation énergétique due à la croissance de population et l'augmentation des besoins d'énergie. Ceci a mené à réfléchir des stratégies et des actions pour résoudre ce déséquilibre énergétique. Ces stratégies de transition énergétique ont une grande importance dans la réduction de l'impact environnemental climatique et économique, le changement des comportements énergivores tout en impliquant divers acteurs. Mais, elles nécessitent un engagement et un investissement lourd.

En fin, nous avons constaté également que l'Algérie a pris l'initiative de lancer des programmes d'EE et des stratégies de transition énergétique tout en reposant sur le potentiel en EnR qu'elle bénéficie et dont principalement le solaire.



## **CHAPITRE 2 : LA DONNEE NUMERIQUE PILIER D'UN SYSTEME ENERGETIQUE**

### **Introduction**

Notre deuxième chapitre représente une continuité en termes de définition des concepts clés relatifs au sujet de recherche en mettant en relation la transition énergétique qui a été traité dans le chapitre précédent avec les TIC et le numérique.

Il s'agit d'identifier le rôle des TIC dans la transition énergétique et de discuter le rôle de l'optimisation de l'énergie. Il se traduit à travers l'introduction de nouveaux équipements qui sont intelligents et fonctionnent efficacement et économiquement.

Nous abordons aussi le concept du numérique et son développement avec la contribution des TIC et le changement du mode de vie. De plus nous mettons en place la part du numérique dans l'économie de l'énergie et l'efficacité de la ville.

## 1. Le rôle des technologies de l'information et de la communication TIC dans la transition énergétique

La technologie de l'information et de la communication TIC constitue un des outils principaux du concept de la ville intelligente. Lesdits outils sont considérés comme des éléments centraux dans les nouveaux concepts de la ville performante, intelligente et durable. Les TIC sont utilisées dans les trois domaines du développement durable, à savoir le domaine de l'environnement, de l'économie et le social.<sup>67</sup>

Selon un rapport du Gartner Group ; une entreprise américaine de conseil et de recherche dans le domaine des techniques avancées ; datant de 2007, les TIC contribuent avec un grand pourcentage dans l'évolution de la consommation énergétique et de l'impact CO<sup>2</sup>, d'où la consommation réfère aux systèmes de télécommunication et de l'informatique. Par contre, ils peuvent aussi assurer une efficacité énergétique dans le bâtiment et les infrastructures et des ressources en eau.<sup>68</sup> Ils visent ainsi à réduire les émissions du carbone et garantir une rentabilité considérable.<sup>69</sup>

Selon l'OCDE, « les TIC comprennent toutes les activités qui permettent de produire, traiter et transformer l'information et la communication, en utilisant un procédé électronique. En conséquence le secteur TIC rassemble les entreprises qui contribuent à produire, distribuer, et qui proposent des services dont la mise en œuvre est facilitée par les citoyens ou les organisation ». (Agence du Numérique, 2009)<sup>70</sup>

Dans ce contexte de réduction des émissions de Gaz à effet de serre, les TIC optent pour plusieurs domaines d'utilisation et on cite comme exemples : Le domaine du E-commerce, le

---

<sup>67</sup> **Simard, Joëlle. Juillet 2015.** LA VILLE INTELLIGENTE COMME VECTEUR POUR LE DÉVELOPPEMENT DURABLE : LE CAS DE LA VILLE DE MONTRÉAL . *Essai présenté au Centre universitaire de formation en environnement et en développement durable en vue de l'obtention du grade de maître en environnement (M.Env.)* . (Québec, Canada) : Université de Sherbrooke, Juillet 2015./ Consulté 09\_11\_2019

<sup>68</sup> **Académie des Technologies. 2015.** Impact des TIC sur la consommation d'énergie à travers le monde. Rapport voté 14 Mai 2014, imprimé en France EDP Sciences 2015. [http://academie-technologies-prod.s3.amazonaws.com/2015/12/04/08/58/41/883/9782759817818\\_Impact\\_TIC\\_internet\\_1\\_.pdf](http://academie-technologies-prod.s3.amazonaws.com/2015/12/04/08/58/41/883/9782759817818_Impact_TIC_internet_1_.pdf)

<sup>69</sup> **Commission européenne.** Contribution des TIC aux politiques et programmes d'amélioration de l'efficacité énergétique : initiatives locales et régionales. **ict4ee\_fr.pdf**

<sup>70</sup> **Galoul, Alessia. 2015.** « LES VILLES INTELLIGENTES » : L'OPEN DATA CONTRIBUE-T-IL À LEUR DÉVELOPPEMENT ? . *Digital access to libraries*. Belgique : Louvain School of Management, Université catholique de Louvain, 2015. <http://hdl.handle.net/2078.1/thesis:2886> [Downloaded 2019/11/06 at 22:44:11 ]

secteur résidentiel pour le logement neuf ou ancien, le domaine de l'industrie, le domaine de l'énergie et tous les nouveaux domaines smart comme : smart home, smart grid, smart city...<sup>71</sup>

Selon différentes approches mises en place, le rôle des TIC varie. A titre illustratif, les TIC contribuent par le soutien à la consultation et à la participation citoyenne et participent dans la résolution des problèmes sociaux et politiques. En second lieu, et dans une approche technologique, les TIC, de leur importance croissante dans l'économie et dans la vie des individus, ressoudent ainsi les problèmes auxquels font face les villes. En dernier lieu, en prenant le cas de l'approche innovante, les TIC ont un rôle primordial de par les conséquences de leur intégration sur la culture organisationnelle ainsi que sur les communications et les relations entre les acteurs sociaux, et sur le plan économique.

De là, on constate que les TIC sont caractérisées par paramètres qui sont mises en avant pour montrer leur plus-value dans la définition de solutions aux enjeux urbains et qui sont :

- L'interactivité entre les composantes (interopérabilité, connectivité, communication en réseau) ;
- L'intégration des technologies et des données provenant de diverses sources (capteurs, géolocalisation, saisie volontaire interne ou externalisée, recoupement des données) ;
- La temporalité, avec une transmission et une analyse en continu des données ;
- L'automatisation ou l'autonomisation des dispositifs de collecte et de traitement ;
- L'ouverture des données (disponibilité et accessibilité).<sup>72</sup>

Dans le domaine de l'énergie, les TIC contribuent d'une manière efficace, d'où ils optimisent la gestion du réseau électrique, contrôlent la consommation de l'énergie à travers l'intégration de la surveillance. Ils appliquent notamment des approches intelligentes intégrées à la gestion de l'énergie.<sup>73</sup>

---

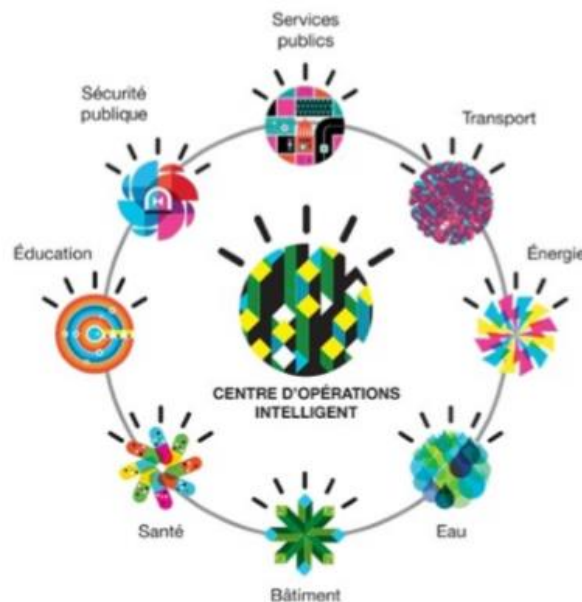
<sup>71</sup> **Académie des Technologies. 2015.** Impact des TIC sur la consommation d'énergie à travers le monde. Rapport voté 14 Mai 2014, imprimé en France EDP Sciences 2015. [http://academie-technologies.prod.s3.amazonaws.com/2015/12/04/08/58/41/883/9782759817818\\_Impact\\_TIC\\_internet\\_1\\_.pdf](http://academie-technologies.prod.s3.amazonaws.com/2015/12/04/08/58/41/883/9782759817818_Impact_TIC_internet_1_.pdf)

<sup>72</sup> **TECHNOLOGIE, COMMISSION DE L'ETHIQUE EN SCIENCE ET EN. 2017.** *LA VILLE INTELLIGENTE AU SERVICE DU BIEN COMMUN Lignes directrices pour allier l'éthique au numérique dans les municipalités au Québec.* Québec : Gouvernement du Québec, 2017. 978-2-550-79145-4. 09-11-2019

<sup>73</sup> **Franco Davoli. 2013.** University of Genoa, Italy et al. Boosting Energy Efficiency through Smart Grids. International telecommunication union ITU and climate change. <https://www.itu.int/en/ITU/climatechange/symposia/201305/Documents/info/Presentations/s1p1-FrancoDavoli.pdf>. Consulté 04-12-2018

En somme, les TIC pourraient assurer une efficacité énergétique et des économies de l'énergie aperçus dans un délai lointain mais ils nécessitent un grand coût d'investissement initial pour l'installation ce qui pose des incertitudes d'engagement.<sup>74</sup>

De plus, les TIC touchent plusieurs secteurs d'une ville. **La figure 9** est un schéma de la ville intelligente présenté par IBM. Il représente les différents secteurs dans lesquels les TIC sont impliqués dans le but de devenir une ville intelligente. Ces secteurs sont les services publics tels que les transports ou ils contribuent à travers l'optimisation de modes de déplacement et l'amélioration de la fluidité du trafic, quant à l'énergie ils permettent l'optimisation de la production et de la distribution des réseaux, amélioration de l'efficacité énergétique, l'eau, le bâtiment et ceci en réduisant les émissions de gaz à effet de serre, la santé, l'éducation, la sécurité publique et les services publics.<sup>75</sup>



**Figure 9** : Différentes sphères d'intervention d'une ville intelligente, (Tiré de : IBM, 2011, p.8)  
**Source** : (Simard, Joëlle. Juillet 2015).

Pour conclure, une ville pour qu'elle soit intelligente devrait accueillir les TIC en son cœur et ceci afin qu'ils permettent l'interconnexion entre les différents services et secteurs que

<sup>74</sup> **Société de l'information et médias. 2012.** Contribution des TIC aux politiques et programmes d'amélioration de l'efficacité énergétique : initiatives locales et régionales. Mise en œuvre d'initiatives en matière d'efficacité énergétique exploitant les TIC : Synthèse. Union européenne, 2012, printed in Belgium. [http://ec.europa.eu/information\\_society/activities/sustainable\\_growth/docs/ict4ee\\_wiki/ex\\_summary\\_languages/ict4ee\\_fr.pdf](http://ec.europa.eu/information_society/activities/sustainable_growth/docs/ict4ee_wiki/ex_summary_languages/ict4ee_fr.pdf)

<sup>75</sup> **Simard, Joëlle. Juillet 2015.** LA VILLE INTELLIGENTE COMME VECTEUR POUR LE DÉVELOPPEMENT DURABLE : LE CAS DE LA VILLE DE MONTRÉAL . *Essai présenté au Centre universitaire de formation en environnement et en développement durable en vue de l'obtention du grade de maître en environnement (M.Env.)* . (Québec, Canada) : Université de Sherbrooke, Juillet 2015./ Consulté 09\_11\_2019

la ville constitue et ils devraient faire circuler entre les services, et entre l'administration et le citoyen également.<sup>76</sup> Grace aux TIC, le numérique s'est développé rapidement.

## 2. Le développement du numérique

Le Numérique se conçoit, techniquement, comme une « *représentation de données ou de grandeurs physiques au moyen de caractères ou de signaux à valeurs discrètes* » comme le système audio numérique, l'appareil à photo numérique, le format numérique d'une image, l'enregistrement numérique. Ainsi, par extension le système ou le dispositif emploie ce mode de représentation d'affichage numérique et de disque numérique.<sup>77</sup>

Selon le psychologue et neuro-anthropologue canadien, Merlin Donald, le numérique peut aussi être considéré comme l'impulsion d'une nouvelle transition de la cognition et de la culture humaine.<sup>78</sup> Pour lui, il représente l'essor d'une nouvelle transition de la conscience.

Plusieurs chercheurs ont tenté d'expliquer que les trois transitions fondamentales qu'a franchi l'esprit humain tout au long de son évolution cognitive et culturelle représentent, en premier lieu, le passage de l'homme à une culture épisodique (celle du primate) ; puis à une culture mimétique (axée sur l'oralité et les fonctions sociales de la narration), arrivant à une culture théorique, liée au développement d'une capacité réflexive de l'homme au sujet de ses propres représentations par le recours à un support symbolique externe (SSE) tel que l'écriture.<sup>79</sup>

Selon Merlin Donald, l'essor des réseaux et de l'environnement numérique représentent la quatrième transition de la cognition et de la culture humaine. Ceci dit, cette transition conduit à une société décrite comme une société d'hommes imbibé, une société de culture « numérique ». Dès lors, l'arrivée du numérique fait entrer définitivement la société dans une nouvelle ère.<sup>80</sup>

---

<sup>76</sup> **Simard, Joëlle. Juillet 2015.** LA VILLE INTELLIGENTE COMME VECTEUR POUR LE DÉVELOPPEMENT DURABLE : LE CAS DE LA VILLE DE MONTRÉAL . *Essai présenté au Centre universitaire de formation en environnement et en développement durable en vue de l'obtention du grade de maître en environnement (M.Env.)* . (Québec, Canada) : Université de Sherbrooke, Juillet 2015./ Consulté 09\_11\_2019

<sup>77</sup> **Sachs, Mikaël. 2016.** *Data Center : Infrastructure pour la Ville* . [Énoncé Théorique ] France : EPFL-ENAC-SAR, 2016. Consulté 26-11-2019

<sup>78</sup> IDEM (**Sachs, Mikaël. 2016**)

<sup>79</sup> IDEM (**Sachs, Mikaël. 2016**)

<sup>80</sup> IDEM (**Sachs, Mikaël. 2016**)

Afin de comprendre l'influence des technologies (outils numériques) sur la production architecturale et la société, il est nécessaire de diviser entre l'ère pré-numérique et ère numérique, deux périodes qui se superposent. En dernier lieu, il faut mettre l'accent sur la troisième période, celle de l'ère post-numérique qui permet de nommer clairement la pénétration et l'assimilation du digital dans la production architecturale.<sup>81</sup>

## 2.1 Ère Pré-Numérique

C'est une période qui anticipe une évolution et met en place la relation entre la technologie et la pratique architecturale développée par le mouvement moderne. Cette période est considérée comme étant une période pré-numérique car elle participe dans le développement d'une nouvelle architecture à travers un ensemble de critères qu'elle établit. Elle aurait être appelé une période non-numérique ou moderne, mais vu l'importance des outils digitaux et les changements qu'ils ont apportés, de nos jours, il faut considérer le numérique comme un développement technique post-industriel. Avec tous les évolutions technologiques dans le domaine de transport et de travaux public ainsi de l'électricité reconnu au XIXe siècle, l'architecture moderne tire profit pour créer de nouvelles typologies afin de satisfaire la forte demande de l'industrialisation mécanisée.<sup>82</sup>

En 1923, le Corbusier souligne dans son recueil d'essais « Vers une architecture » l'apport de de la technologie dans les procédés architecturaux et urbains qui ont engendré des changements sociaux, dans une optique d'améliorer le quotidien tout en basant sur l'apport historique pour développer une théorie de l'architecture moderne. De plus, la création du CIAM (Congrès International de l'Architecture Moderne) par Le Corbusier et Gabriel Guévrekian en juin 1928 au Château de la Sarraz en Suisse vient diffuser des idées du mouvement moderne, notamment la Charte d'Athènes, publiée en 1933, contenant 95 points sur la planification urbaine et la construction de la ville. Il développe des nouvelles méthodes basées sur un fonctionnalisme et un rationalisme dû aux nouveaux apports techniques.<sup>83</sup>

---

<sup>81</sup> Sachs, Mikaël. 2016. *Data Center : Infrastructure pour la Ville*. [Énoncé Théorique ] France : EPFL-ENAC-SAR, 2016. Consulté 26-11-2019

<sup>82</sup> IDEM (Sachs, Mikaël. 2016)

<sup>83</sup> IDEM (Sachs, Mikaël. 2016)

En dépit de tout ça, c'est apparue une forme de dystopie (en faisant face à l'utopie créée par les acteurs du mouvement moderne) et qui est soucieuse de voir la ville comme machine sociale inéquitable. L'architecture moderne vient s'imposer facilement dans les milieux officiels et commerciaux que dans le privé.<sup>84</sup>

## 2.2 Apparition du Numérique

Dans une optique d'une mécanisation du calcul, le numérique est né grâce à l'utilisation de la logique mathématique et le calcul symbolique développé avec l'informatique dont il devait servir en premier lieu aux applications militaires.<sup>85</sup>

La seconde guerre mondiale a vécu les premières expériences de ce contexte et ceci afin de calculer les tableaux balistiques. De plus, le mathématicien Alan M. Turing a pu briser les codes cryptes de la machine nazie grâce à l'utilisation des premiers algorithmes couplés avec sa machine (Machine de Turing). Dans le même contexte, il y a eu le développement du projet Semi Automated Ground Environment System (SAGE) en 1950, et qui a posé la première pierre d'un réseau d'ordinateurs. Réparti dans toute l'Amérique du Nord, pendant la guerre froide afin de coordonner la défense antiaérienne.<sup>86</sup>

## 2.3 Ère Numérique

Dû à l'influence de la cybernétique (électronique, automatique) qui a été le premier fait marquant dans l'histoire de la culture numérique dans l'architecture, l'idée de la ville comme ville événement est née. Dans les années 1960, plusieurs projets ont été mis en place pour servir comme prototypes influencés par l'interactivité numérique grandissante, multiples systèmes informatisés et numérique et ceci dans une vision d'émancipation totale de l'humain, ou la ville n'est alors qu'une mégastructure destinée à promouvoir les interactions et les événements.<sup>87</sup>

---

<sup>84</sup> **Sachs, Mikaël. 2016.** *Data Center : Infrastructure pour la Ville*. [Énoncé Théorique] France : EPFL-ENAC-SAR, 2016. Consulté 26-11-2019

<sup>85</sup> IDEM (**Sachs, Mikaël. 2016**)

<sup>86</sup> IDEM (**Sachs, Mikaël. 2016**)

<sup>87</sup> IDEM (**Sachs, Mikaël. 2016**)

Dans le domaine de la construction, depuis le milieu du XXe siècle, plusieurs architectes, urbanistes et ingénieurs ont proposé des prototypes, des principes et des matériaux véhiculant les propriétés sous-jacentes de la culture numérique. Une nouvelle expression architecturale adoptant des formes complexes qui se veut se montrer par le biais de l'exploitation massive des outils numérique. A titre illustratif, les projets de Gilles Deleuze qui ont été faites dans une vision de l'environnement numérique comme espace fluide, le musée d'art moderne de Graz par Peter Cook et Colin Fournier ou les projets de Frank Gehry. En outre, les outils numériques ont proposé aussi des solutions structurelles et participé dans les calculs de ces dernières. Ce qui est important à mentionner l'énoncé de Rem Koolhaas ou il met l'accent sur la nécessité de comprendre le basculement (pré à post-numérique) afin de prévoir plus précisément la position de l'architecte dans cette nouvelle société.<sup>88</sup>

## **2.4 Ère Post-Numérique**

La période post-numérique, comme au moment de la révolution industrielle, une période qui modifie définitivement le rapport au temps, aux distances et à la mémoire. Elle tient en compte les avancées de la science que ce soit la mécanique quantique et son principe d'incertitude ou alors de la biologie génétique et de ses erreurs, pour pouvoir finalement introduire la notion de temps et de circonstances. Le réseau numérique ne se superpose à la ville mais plutôt ils se développent parallèlement et indépendamment chacun de l'autre. Cela pourra le définir comme étant la ville représente un espace qui est surveillé et géré par le numérique. L'homme transformé comme étant une machine par le numérique devrait fonctionner plus efficacement au moyen d'une meilleure interface avec son environnement informatisé. Grâce à des approches telles que l'intelligence artificielle, la cybernétique, la théorie des systèmes ou la recherche opérationnelle, les ordinateurs ont contribué à l'émergence d'une nouvelle vision du monde, nouveaux systèmes complexes et nouvelles inventions. Il s'agit d'un contrôle informatique, qui s'est propagé rapidement d'une manière fulgurante et acceptée facilement par la société et qui apporté de nouvelles pratiques. L'instantanéité et la personnalisation de l'accès à l'information ainsi que son caractère a-spatial (plus évident qu'avec un ordinateur personnel) raccourcissent les distances, diminuent l'effort de lieu et du temps pour faire place à l'événement. Actuellement, on est dans un époque de l'espace, qui ne représente plus un époque d'utilisation des outils numériques comme expression d'une capacité technique, mais bel et

---

<sup>88</sup> **Sachs, Mikaël. 2016.** *Data Center : Infrastructure pour la Ville* . [Énoncé Théorique ] France : EPFL-ENAC-SAR, 2016. Consulté 26-11-2019

bien comme le projet lui-même. Grâce à ce nouveau réseau, la ville nourrit l'espoir de constituer un lieu où se concilie la multiplicité des événements individuels contradictoires.<sup>89</sup>

Ce qu'il faut mentionner que le numérique ne se réduit pas seulement à la smart city, car parallèlement au modèle initial d'optimisation de la gestion urbaine par la mise en place de solutions transversales d'analyse de données, le numérique s'est déployé dans les villes indépendamment des pouvoirs publics par le biais des services proposés par des entreprises et acteurs privés.<sup>90</sup>

En plus de cela, le numérique ne doit pas être étudié seul mais il doit être inséré dans son contexte au cœur des dynamiques institutionnelles relative aux territoires de son déploiement (politiques, administratives, professionnelles, instrumentales, sociales) pour ne pas risquer de manquer de comprendre les effets du numérique sur l'action publique et la restructuration du gouvernement des sociétés contemporaines. Le numérique et les solutions technologiques viennent accompagnés la ville qui est déjà existante et structurée par multiples infrastructures et systèmes, donc la ville numérique ne résulte pas de la domination des technologies sur l'existant mais plus de superpositions et de combinaisons entre ces deux éléments.<sup>91</sup>

### 3. Le numérique un facteur efficace dans la ville

Le numérique touche l'optimisation de plusieurs secteurs urbains et présente multiples innovations. Ce qui est important à rajouter que l'optimisation par les usagers, observé est loin d'être automatique, c'est plutôt un changement de comportement qui est dû à l'implication des usagers. Il permet de rendre la ville plus durable par les technologies qu'il offre pour bien mener à des optimisations efficaces en terme de production des EnR d'une manière décentralisée, le déploiement de véhicules électriques. En dépit de tout ça, il apporte un renouvellement des méthodes de l'urbanisme, et il renforce leur légitimité à agir sur la ville par le biais des approches plus « scientifiques » et plus bottom-up. Il participe à une vision plus participative de la ville où le citoyen est au centre de la fabrique urbaine en favorisant sa participation dans

---

<sup>89</sup> **Sachs, Mikaël. 2016.** *Data Center : Infrastructure pour la Ville*. [Énoncé Théorique] France : EPFL-ENAC-SAR, 2016. Consulté 26-11-2019

<sup>90</sup> IDEM (Sachs, Mikaël. 2016)

<sup>91</sup> **Courmont, Antoine. 2018.** *Où est passée la smart city ? Firms de l'économie numérique et gouvernement urbain* Editor of the Working Papers series (2018): Bruno Cousin (Sciences Po, CEE). [Document scientifique] France : Bruno Cousin (Sciences Po, CEE), 2018. hal-02186713. 22-11-2019

la gestion et le développement de sa ville. En plus de cela, il participe à une vision fonctionnelle et instrumentale de la ville par le biais de ses experts et qui s'appuie sur la neutralité de technique des données.<sup>92</sup>

Quant à la ville numérique, Selon A. Picon (ingénieur, historien, chercheur et auteur de nombreux ouvrages sur la ville numérique) elle est définie comme étant : « une ville qui est transformée en profondeur par les technologies de l'information et de la communication avec finalement deux grands objectifs. Le premier c'est une ville plus efficace à la fois du point de vue des infrastructures classiques mais aussi d'un point de vue environnemental, et évidemment cela se greffe sur des ambitions plus générales d'amélioration : la qualité urbaine, le dialogue citoyen, la participation. Donc finalement de promouvoir une nouvelle expérience urbaine enrichie grâce aux technologies du numérique ».<sup>93</sup>

Il déclare que grâce au numérique que les habitants sont informés en temps réel de ce qui se passe dans leur ville, et ils sont connectés tous ensemble. D'où il rajoute que l'émergence du numérique a engendré des changements comme exemple la consultation du smartphone dans la rue qui permet de vivre à la fois dans un espace physique et aussi électronique. Cependant le numérique est apparu n'ont pas pour dématérialiser la ville (comme on croyait au début) mais plutôt il épouse les contours de la ville, l'enrichi mais sans la remplacer. La ville fut transformée dans le cadre culturel, social et politique à l'heure du numérique et met en jeu plusieurs facteurs.<sup>94</sup>

On peut dire que d'un côté, l'arrivée du numérique change la ville, mais cela n'empêche que la ville est intelligente avant le numérique.<sup>95</sup>

#### **4. L'influence du numérique sur le secteur de l'énergie**

Le domaine de l'énergie présente une préoccupation majeure en terme de ce contexte, ou on note un mouvement progressif, et pour pouvoir planifier et mettre en œuvre les politiques

---

<sup>92</sup> **Mathieu Saujot, Timothée Erard (Iddri). 15 MAI 2015.** Les innovations de la ville intelligente au secours de la ville durable ? Décryptage à partir des enjeux de données . *FABRIQUE URBAINE, IDDRI SciencesPo*. Paris cedex 07 France, 15 MAI 2015, N°02. 29-11-2019

<sup>93</sup> **PICON, Antoine. 2015.** « Le numérique changera-t-il la ville ? » par Antoine PICON. INHA – Paris, 5 à 7 // Club Ville Aménagement, « 5 à 7 », Paris : Ariella MASBOUNGI, 24 Novembre 2015

<sup>94</sup> IDEM (**PICON, Antoine. 2015**)

<sup>95</sup> IDEM (**PICON, Antoine. 2015**)

des autorités et les collectivités locales il faut qu'elle se repose sur différentes données qui sont bien définies et traitées et qui sont au centre de jeux d'acteurs, au centre d'une politique en (re)construction et au centre de nouvelles solutions techniques. Cependant, elles ne sont pas bien prêtes et matures pour ce sujet surtout dans le cas où les données présentent des malentendus et des conflits lorsque cela concerne le débat de l'organisation de la distribution. Comme exemple, la loi de la transition énergétique qui vise à réduire l'ambiguïté dans le transfert de données entre distributeurs et collectivités et à éviter les situations sélectives en définissant mieux le cadre et les responsabilités (qualité, confidentialité, etc.).

En terme de durabilité urbaine, le numérique permet à la fois d'optimiser l'existant à travers des systèmes de gestion et de proposer des nouveautés comme les réseaux intelligents (smart grids), mais tout en prenant en considération les nombreux obstacles qu'il fait face comme la faisabilité économique et juridique, volonté politique...<sup>96</sup>

De plus, les systèmes intelligents tirent profits de la capacité de changer le comportement des consommateurs d'énergie, mais ceci reste incertain. Par exemple, les compteurs communicants sont parfois proposés comme solution pour abaisser la précarité énergétique. Mais il ne faut pas se limiter seulement sur la réduction des comportements énergivores car cette solution représente également une situation qui pourra arranger les différentes dépenses à budget limité.<sup>97</sup>

Ce qu'il faut noter principalement à partir de tout cela, que nous assistons actuellement à une ère du numérique, les données numériques sont en train d'évoluer dédoublement en faisant profiter plusieurs domaines. Elles sont transmises via les futurs réseaux de systèmes IoT afin de convaincre les acteurs du marché et l'utilisateur final et qui doivent être sécurisées. Ces réseaux représentent des objets connectés (Internet of Things, IoT) qui touchent multiples nouveaux services dans de nombreux domaines : transport intelligent, ville intelligente, santé & bien-être, agriculture, etc et caractérisent de nombreux objets physiques connectés, avec une identité numérique.

En effet, le concept de l'internet des objets IoT qui représente la connexion de chaque objet physique à un réseau mondial commun. C'est l'idée ou l'Internet intègre les objets du

---

<sup>96</sup> Mathieu Saujot, Timothée Erard (Iddri). 15 MAI 2015. Les innovations de la ville intelligente au secours de la ville durable ? Décryptage à partir des enjeux de données . *FABRIQUE URBAINE, IDDRI SciencesPo*. Paris cedex 07 France, 15 MAI 2015, N°02. 29-11-2019

<sup>97</sup> IDEM (Mathieu Saujot, Timothée Erard (Iddri). 15 MAI 2015)

monde physique aux objets virtuels. Ainsi, l'objet a une possibilité de se multiplier, que ça soit en réel ou en virtuel. De plus, il est défini comme étant « *le concept clé qui appuie la démocratisation de la récolte de données* ». <sup>98</sup>

A partir des années 1990, l'IoT devient réalité et malgré cela Bendavid et al. (2013) voit que les sources du concept sont un peu plus lointaines. De plus, en 1991 Weiser (1991) prévoit que l'avenir sera qualifié par une ère informatique où chaque objet se verra obtenir la capacité de communiquer et d'interagir de manière autonome avec d'autres objets. En 1999 Ashton, (Ashton, 2009), est le premier qui a entamé la notion d'Internet of Things et ceci à travers des travaux qu'il réalise avec l'utilisation de la technologie de solution d'identification par radiofréquence (RFID), Ashton propage son concept « d'Internet of Things ». <sup>99</sup>

Dans le même contexte, l'European Research Cluster (IERC) définit l'IoT comme étant « A dynamic global network infrastructure with self-configuring capabilities based on standard and interoperable communication protocols where physical and virtual "things" have identities, physical attributes, and virtual personalities and use intelligent interfaces, and are seamlessly integrated into the information network. (IERC) ». Traduit comme suit :

« Une infrastructure réseau globale dynamique avec des fonctionnalités de configuration automatique basées sur des protocoles de communication standard et interopérables, où les "objets" physiques et virtuels ont des identités, des attributs physiques et des personnalités virtuelles, utilisent des interfaces intelligentes et s'intègrent de manière transparente au réseau d'information ». (IERC) <sup>100</sup>

Ainsi, le concept de « things » fait référence à un acteur réel ou virtuel, qui peut être un objet dans le monde réel, ou un être humain ou des données permettent de créer plusieurs intersections entre différentes dimensions à savoir la dimension physique et la dimension numérique. <sup>101</sup>

---

<sup>98</sup> **Mathieu Saujot, Timothée Erard (Iddri). 15 MAI 2015.** Les innovations de la ville intelligente au secours de la ville durable ? Décryptage à partir des enjeux de données . *FABRIQUE URBAINE, IDDRI SciencesPo*. Paris cedex 07 France, 15 MAI 2015, N°02. 29-11-2019

<sup>99</sup> IDEM (**Mathieu Saujot, Timothée Erard (Iddri). 15 MAI 2015**)

<sup>100</sup> IDEM (**Mathieu Saujot, Timothée Erard (Iddri). 15 MAI 2015**)

<sup>101</sup> IDEM (**Mathieu Saujot, Timothée Erard (Iddri). 15 MAI 2015**)

L'IoT est une combinaison de différentes technologies qui travaillent ensemble. Avec la contribution de plusieurs auteurs, l'IoT se fut être décomposer en six blocs et qui sont : <sup>102</sup>

1. L'identification : l'identification d'un objet dans l'IoT consiste à lui donner un nom et une adresse. L'identification doit permettre de définir de manière unique l'objet dans l'IoT pour qu'il puisse être associé à son service correspondant. Il faut que l'objet possède obligatoirement en plus d'un nom une adresse qui correspond à la place de l'objet dans le réseau de communication pour qu'il ne soit pas incomplet.

2. La capture : il s'agit d'une récolte des données des objets et de les renvoyer dans une base de données, un entrepôt de donnée ou dans le nuage. La prise de décision se base essentiellement de l'analyse des données collectées et ceci selon le contexte spécifié par le service. Les capteurs prennent différentes formes. À titre d'exemple, SmartThings de Samsung donne la possibilité de contrôler son intérieur en utilisant seulement de son smartphone (Samsung, 2016).

3. La communication : il s'agit de faire connecter l'ensemble des objets hétérogènes afin d'offrir un service spécifique, avec multiples protocoles de communication qui se varient selon les besoins, les quantités d'informations à communiquer et les distances maximales souhaitées entre autres le Bluetooth, le WIFI ou les réseaux cellulaires et dont la maturité de chaque protocole induit une évolution dans l'IoT.

4. Le calcul (computation) : un bloc dédié aux calculs et aux analyses à partir des données récoltées est défini par les logiciels applicatifs (softwares) et une partie unité de traitement (hardware) dont une multitude sont disponibles sur le marché et sont utiles pour leurs couts d'utilisation réduit ce qui permet la multiplication de ces appareils afin de créer des réseaux d'IoT.

5. Les services : il s'agit de l'utilisation faite par l'IoT des données collectées. Différents types de services sont disponibles en fonction de la disponibilité et le degré de manipulation des données de l'IoT comme exemple : Information Aggregation services (collection et résumé des données brutes afin de les préparer à un traitement), Collaborative-Aware Services (utilisation des données agrégées pour prendre des décisions et déclencher des transactions) ...

---

<sup>102</sup> **Mathieu Saujot, Timothée Erard (Iddri). 15 MAI 2015.** Les innovations de la ville intelligente au secours de la ville durable ? Décryptage à partir des enjeux de données . *FABRIQUE URBAINE, IDDRI SciencesPo*. Paris cedex 07 France, 15 MAI 2015, N°02. 29-11-2019

6. La sémantique : elle relève à la capacité d'obtenir des connaissances à partir des données collectées pour effectuer un service particulier, Afin de créer de connaissance il faut bien connaitre les données pour pouvoir les orienter vers les bons services.



**Figure 10** : Les éléments de l'IoT

Source : (Mathieu Saujot, Timothée Erard (Iddri). 15 MAI 2015)

Le rôle de l'IoT dans la ville intelligente réside dans le fait qu'il comprend une multitude de composants technologiques qui affectent la mise en œuvre du projet de l'IoT. En plus des différentes règles et normes, des tendances fortes et contradictoires dans l'IoT existent et rendent la réalisation du projet complexe. Les technologies IoT évoluent et mûrissent constamment sur le marché, et ce développement repose principalement sur les avancées technologiques.<sup>103</sup>

Le développement technologique et les applications obtenues grâce à ces progrès sont donc étroitement liés. Ce qu'il faut mentionner qu'il existe une relation de coévolution entre la ville intelligente et l'IoT. Afin de comprendre bien ce rapport il faut prendre en considération l'évolution technologique dans les nouveaux services proposés aux citoyens dans le contexte de la ville intelligente. A titre illustratif, la ville intelligente de Nice qui a adopté en 2013 un système de stationnement sur des capteurs reliés à des horodateurs qui devait permettre d'orienter en temps réel les automobilistes vers les places de stationnement disponibles. Faute d'utilisateur, le projet a été arrêté en 2016 et a montré qu'une ville doit être préparée et que « la technologie ne fait pas l'usage ».<sup>104</sup>

Le numérique vient bouleverser tout le système de la ville, il bouleverse la manière dont nous administrons nos villes, la manière dont nous communiquons avec nos concitoyens et la

<sup>103</sup> **Mathieu Saujot, Timothée Erard (Iddri). 15 MAI 2015.** Les innovations de la ville intelligente au secours de la ville durable ? Décryptage à partir des enjeux de données . *FABRIQUE URBAINE, IDDRI SciencesPo*. Paris cedex 07 France, 15 MAI 2015, N°02. Consulté 29-11-2019

<sup>104</sup> **KATUNDI, ERIND. MAI 2018.** *COÉVOLUTION DES VILLES INTELLIGENTES ET L'INTERNET DES OBJETS : CAS DE LA VILLE DE MONTREAL* . [MÉMOIRE PRÉSENTÉ COMME EXIGENCE PAR TIELLE DE LA MAÎTRISE EN TECHNOLOGIE DE L'INFORMATION] MONTRÉAL : UNNERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL, MAI 2018. 29-11-2019

manière, dont nous rêvons la ville de demain. Il réinvente la ville en apportant des améliorations à travers un pilotage centralisé de toutes les fonctions urbaines. Il permet de développer la smart city d'aujourd'hui à travers l'amélioration du service rendu au citoyen, à travers le croisement des réseaux électriques intelligents, projets de rénovation énergétique et contrôle des consommations. Il développe également la smart city de demain en impliquant les citoyens dans les politiques publiques et les décisions. Pour conclure, le numérique participe à l'optimisation de la gestion de la ville, la maîtrise de consommation par l'information des citoyens, en offrant aux citoyens la possibilité de choisir ce qu'ils en font.<sup>105</sup>

Il représente une tendance de base qui apporte des changements dans la fabrique urbaine comme : délégation de services publics, gouvernance, transversalité, méthode de planification et d'urbanisme, gestion de la ville etc. Néanmoins, les enjeux et les conditions de transformation sont grands, tant en termes de remodelage du rôle des acteurs du tissu urbain (planificateurs, producteurs et utilisateurs) qu'en termes de mise en œuvre (cadre juridique, modèle économique et volonté politique).

---

<sup>105</sup> Moudenc, Jean-Luc. Novembre 2015. *A French Experience of Smart Cities ou Les villes intelligentes : expériences françaises, vivapolis la créativité française pour la ville*. France : Bertrand Dubois, Novembre 2015. 29-11-2019

## **Conclusion**

Dans ce chapitre, nous avons pu examiner le rôle des nouvelles technologies dans le secteur de l'énergie.

Nous avons abordé le sujet à travers la notion de l'un des constituants de la ville intelligente qui joue un rôle essentiel pour faire face aux enjeux énergétique. Il s'agit des TIC. Nous avons mis en exergue l'importance des TIC dans le secteur d'énergie à travers la réduction des émissions de GES. Il est clair, qu'elles permettent aux économies de fonctionner d'une façon plus efficace et plus durable en accélérant les innovations qui sont en faveur des EnR.

De plus, nous avons déduit l'importance du développement du numérique grâce aux TIC, en expliquant la manière dont le numérique est venu bouleverser tout le système de la ville en effectuant des changements flagrants tout en faisant sortir sa contribution énorme dans l'optimisation et la maîtrise de l'énergie et son rôle favorable dans la ville en permettant l'interconnexion entre ces différents services et secteurs.

## **Conclusion de la première partie**

A travers cette première partie, nous avons pu cerner et mettre en place la relation entre les nouvelles technologies et la transition énergétique.

Nous avons constaté que le secteur résidentiel nécessite pleinement la transition énergétique pour résoudre les problèmes de surconsommation qu'il fait face. Cette transition est traduite par l'adoption de plusieurs programmes et actions stratégiques visant l'amélioration de l'EE et l'optimisation de l'énergie.

Dans le contexte algérien, ces stratégies s'interprètent par plusieurs programmes notamment le programme de l'EE et le programme des EnR qui visent principalement l'amélioration du secteur de l'énergie.

De sorte que ces stratégies seront plus efficaces, il est nécessaire de les conjuguer avec les TIC et le numérique afin d'aboutir à des résultats intelligents entre autres la gestion des réseaux intelligents et le contrôle et la surveillance de la consommation énergétique.

## **PARTIE II**

---

### **LA DONNEE NUMERIQUE PILIER D'UN SYSTEME ENERGETIQUE INTELLIGENT**

Dans cette seconde partie de notre mémoire de recherche, nous allons entamer l'investigation de la notion des réseaux et des systèmes intelligents qui sont introduits dans le cadre de la transition énergétique et la modernisation des réseaux électriques, notamment le concept de la smart city. Par la suite, nous décortiquerons le dispositif des smart meters, son fonctionnement et son déploiement, et en fin les acteurs impliqués dans son installation et son impact. Cette deuxième partie constitue une suite logique à celle qui a précédé puisqu'elle permet de bien maîtriser le sujet de recherche.

## **CHAPITRE 3 : LES SMART GRIDS – OSSATURE D’UN SYSTEME ENERGETIQUE INTELLIGENT–**

### **Introduction**

Le troisième chapitre aborde le concept de smart grids particulièrement, et le concept de smart city en second lieu. Ces deux concepts sont reliés et se complètent.

Tout d’abord, il s’agit d’entamer le sujet des systèmes énergétiques intelligents à travers la compréhension de l’idée des smart grids qui participe majoritairement dans la stratégie de transition énergétique. Il est important de définir ce concept, son contexte d’émergence, son déploiement, son fonctionnement, ses impacts et la chaîne d’acteurs qui participent pour le bon déroulement de sa mise en œuvre et on finira par mettre sa relation avec la notion de l’efficacité énergétique.

Par la suite, nous traitons le concept de la smart city, ses différentes dimensions et ses acteurs en portant une attention particulière aux smart grids et la relation entre la ville intelligente et les TIC.

## 1. Les systèmes énergétiques intelligents

Dans le contexte de la politique de la transition énergétique, les systèmes énergétiques intelligents ou optimisés s'affichent en force et représentent un élément fondamental de cette dernière, à travers le développement des EnR, de la mobilité électrique et de l'efficacité énergétique. Le rapport entre les systèmes énergétiques et la transition énergétique permet la synchronisation efficace de la production et consommation pour en accroître les effets positifs en termes d'émissions de carbone, de coûts et de qualité de l'électricité.

La transition énergétique contribue à l'évolution des usages énergétiques à savoir la mobilité électrique, les batteries de stockage... et notamment dans les systèmes intelligents en intégrant massivement les EnR et les productions décentralisées et liées aux activités humaines dans le résidentiel, le tertiaire et l'industrie. Dans ce cadre et pour assurer un équilibre entre l'offre et la demande d'électricité, des engagements dans les énergies fossiles et des installations de production peuvent être investis dans ces développements.<sup>106</sup> De plus, il y a lieu de souligner que, par le biais de la transition énergétique, le passage d'un système énergétique à un autre est garanti.<sup>107</sup>

De nos jours, les systèmes intelligents se développent et apportent des changements flagrants et stratégiques notamment dans le domaine de l'économie en agissant sur le secteur industriel, commercial, social et sociétal.<sup>108</sup>

## 2. Les Smart Grids

Les facteurs actuels tels que les changements climatiques, la forte demande en énergie, l'épuisement des ressources et le déploiement des technologies de l'information et de la communication exigent une modification dans la fourniture de l'électricité et mènent à penser à une transition vers un système énergétique durable à faible intensité en carbone en éliminant les énergies fossiles et en intégrant les EnR ainsi que sur l'évolution des modes de

---

<sup>106</sup> **Capenergies.** flex grid INPIRED ENERGIES. *Les systèmes énergétiques optimisés.* [En ligne] Capenergies, REGION SUD PROVENCE ALPES COTE D'AZUR. [Citation : 23 Décembre 2019.] <https://www.flexgrid.fr/smart-grids-smart-energy/>.

<sup>107</sup> **Defeuilley, Christophe.** 2018. *Villes (SOBRES) Chapitre 3. Transition énergétique, Les trajectoires du changement*, pages 93 à 110. sobres : Presses de Science Po, 2018. 24-12-2019

<sup>108</sup> **Stroppa, P. Juin 2018.** 3 *SYSTÈMES INTELLIGENTS, MAÎTRISER LES PERFORMANCES DES ROBOTS ET DES IA, DCMC/COM.* s.l. : © LNE, Juin 2018. 13-12-2019

consommation et des comportements, des modèles économiques et des modes de gouvernance. Dans cette vision, la solution la plus adéquate est l'adoption des Smart Grids ou réseaux intelligents, c'est une solution conçue comme une première étape de la réalisation des Smart City et qui permet d'optimiser la production, la consommation et la distribution de l'énergie.

Dans le but de gérer l'offre et la demande en temps réel, en adoptant les énergies renouvelables et en évitant les émissions de gaz à effet de serre, des réseaux d'un système économique et technique ouvert et coopératif combinant équipements électriques, technologies de l'information et des communications et production d'énergie se sont mis en place.<sup>109</sup>

## 2.1 Les Smart Grids, solution technologique et durable de la transition énergétique

Plusieurs définitions ont été proposées pour déterminer la notion des smart grids apportant chaque une des éléments nouveaux et différents selon le contexte d'intégration et les politiques.

Les smart grids peuvent être défini comme des réseaux électriques intelligents capables d'intégrer en même temps les acteurs de la chaîne électrique qu'ils soient producteurs, consommateurs, opérateurs de réseau ou fournisseurs de services énergétique. A travers des composants physiques intelligents, ils contribuent dans la gestion de l'énergie et assurent un équilibre entre l'offre et la demande à tout instant. Tout en y impliquant le consommateur qui devient un consomm'acteur.<sup>110</sup>

Selon BOUFERTELLA Ahmed, chercheur au Centre de Développement des Energies Renouvelables CDER, les smart Grids sont défini comme étant une nouvelle structure intelligente du réseau électrique et qui intègre souvent les énergies renouvelables à savoir le solaire et l'éolien.<sup>111</sup>

---

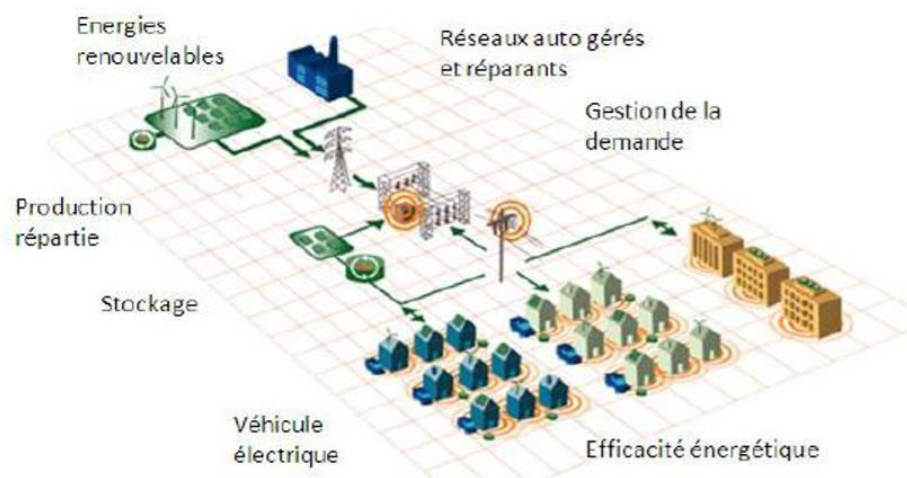
<sup>109</sup> Cabaret, Fabienne Picard et Katy. 2015. POLITIQUE EUROPÉENNE DE L'ÉNERGIE ET TRANSITION VERS UN SYSTÈME ÉNERGÉTIQUE DÉCARBONÉ FONDÉE SUR LES SMART GRIDS. *Innovations*. De Boeck Supérieur, 2015, Vol. 1, n° 46./ Consulté 12-11-2019 à 01.30

<sup>110</sup> Bergaentzle, C. (2015, Juin 23). Smart Grids et efficacité des systèmes électriques: instruments de régulation et impacts de la gestion de la demande . Grenoble, Sciences économiques , France.

<sup>111</sup> BOUFERTELLA Ahmed. Recherche et Développement. Les Smart Grids, l'avenir du réseau électrique. [https://www.cder.dz/vlib/bulletin/pdf/ber35\\_2\\_3.pdf](https://www.cder.dz/vlib/bulletin/pdf/ber35_2_3.pdf). Consulté 2019

Une autre définition selon la Commission Française de la Régulation de l'énergie est comme suit : « les *Smart Grids* sont des réseaux électrique publics qui collaborent avec les technologies de l'information et de la communication. Le but est de fournir un approvisionnement sûr, durable et compétitif aux consommateurs ». <sup>112</sup>

Ces réseaux sont un élément associé à la ville intelligente et son développement car ils maintiennent une distribution d'énergie efficace, économique, durable, écologique et sûre. Ils permettent en outre d'optimiser la production énergétique et de réduire les coûts de sa distribution et sa consommation, ils améliorent l'efficacité et la sécurité des réseaux et ils favorisent l'intégration des énergies renouvelables. <sup>113</sup>



**Figure 11** : Principe de fonctionnement d'un smart grid

**Source** : (Mahdi, BENAOUADJ. Juin 2016).

Les smart grids portent certaines spécificités selon les enjeux sociétaux, environnementaux et économiques de chaque pays et reposent essentiellement sur :

- Le mode de gestion du système électrique ;
- La qualité de l'infrastructure électrique ;
- Les habitudes de consommation ;
- Les stratégies nationales.

<sup>112</sup> **GRIDS-CRE, S. (2018-12-14).** (s.d.). *comprendre les smart grids*. Récupéré sur Smart Grids: <http://www.smartgrids-cre.fr/index.php?p=comprendre-les-smart-grids>

<sup>113</sup> **Helene, TORRES. 2015-2016.** *Smart Cities : Du concept aux pratiques*. Paris, Tours : Ecole d'ingénieurs polytechnique de l'Université de Tours, 2015-2016.

Plusieurs types de profils et de stratégies de smart grids sont développés grâce à la combinaison de ces différents facteurs.<sup>114</sup>

En outre, ils sont utilisés dans plusieurs domaines d'application à savoir le domaine résidentiel, le domaine du transport, le domaine industriel et le domaine tertiaire des équipements, pour notre cas on va se focaliser sur le domaine résidentiel et ceci permet de classer les smart grids selon cette répartition :

**Types selon l'emplacement :** Il faut mentionner que l'emplacement des smart grids sur les réseaux a permis de les classer en deux catégories.

- La première consiste en son implantation sur les réseaux de distribution qui permet une implication des réseaux.
- Et la deuxième, une implantation directe sur le site de consommation qui permet l'implication des consommateurs. Bien évidemment, de nombreux points de passage existent entre l'un et l'autre.<sup>115</sup>

**Types selon l'échelle d'intervention :** On peut distinguer trois interprétations des smart grids.

- La première est centrée sur le fonctionnement du réseau électrique.
- La seconde l'étend à la prise en compte de services domotiques (Home Automation) greffés sur les smart meters.
- La troisième est encore plus étendue puisque les smart grids sont considérés comme une matrice possible des smart citées. On sort alors des services internes aux logements pour envisager des services urbains.<sup>116</sup>

---

<sup>114</sup> Capenergies -SCS-. 2012 . ITEMS INTERNATIONAL. *La chaîne de valeur du marché des smart grids*. [En ligne] Juin 2012 . [Citation : 20 Décembre 2019.] [https://www.provence-pad.com/wp-content/uploads/2016/04/SmartGrids\\_CapEnergiesSCS.pdf](https://www.provence-pad.com/wp-content/uploads/2016/04/SmartGrids_CapEnergiesSCS.pdf).

<sup>115</sup> Bergaentzle, C. (2015, Juin 23). Smart Grids et efficacité des systèmes électriques: instruments de régulation et impacts de la gestion de la demande . Grenoble, Sciences économiques , France.

<sup>116</sup> Amel Attour et Alain Rallet. 2014/1 n° 43 | pages 253 à 279. Innovations. LE RÔLE DES TERRITOIRES DANS LE DÉVELOPPEMENT DES SYSTÈMES TRANS-SECTORIELS D'INNOVATION LOCAUX : LE CAS DES SMART CITIES. <https://www.cairn.info/revue-innovations-2014-1-page-253.htm>

## 2.2 Contexte d'émergence des Smart Grids

Le secteur énergétique a été confronté à plusieurs obstacles et contraintes depuis toujours. Ces obstacles ont freiné son développement en raison du vieillissement des réseaux électriques et la nécessité de leurs renouvellements. Il y a lieu de citer aussi les impacts environnementaux qu'engendrent les énergies fossiles, ce qui a encouragé le recours aux énergies renouvelables avec une volonté de mettre en place une production décentralisée qui répondra à la forte demande en électricité et remédiera aux pannes des courants électriques.<sup>117</sup>

Aux Etats Unis, l'intégration des smart grids avait pour but de renforcer la sécurité de l'approvisionnement et l'efficacité des réseaux car les réseaux étaient surdimensionnés et vieux. Il est à mentionner que ces réseaux sont fragmentés et subdivisés en plusieurs entités ce qui empêche de les contrôler, et ils sont issus d'un système libéral complexe qui n'encourage pas l'investissement. De même, la volonté ambitieuse qui permet de réduire les gaz à effet de serre.<sup>118</sup>

Quant à l'Europe, l'idée est totalement différente car il existe des réseaux en bon état et un petit nombre des opérateurs qui sont faciles à gérer. L'objectif était de se concentrer sur une production décentralisée tout en impliquant tous les acteurs de la chaîne électrique. De plus, la volonté d'ouvrir des nouveaux marchés et d'assurer une efficacité énergétique. Cela s'illustre à travers plusieurs projets allemands ou danois en site rural ou urbain développant activement ces modes de production.<sup>119</sup>

Afin de rendre les réseaux électriques intelligents, il est nécessaire de favoriser la communication et les échanges entre 3 niveaux de systèmes et qui sont :<sup>120</sup>

- Les systèmes de production d'énergies conventionnelles et renouvelables ;

---

<sup>117</sup> **Stéphanie Bouckaert (Décembre 2013)**. Contribution des Smart Grids à la transition énergétique : évaluation dans des scénarios long terme. MINES ParisTech ; Centre de Mathématiques Appliquées. pdf

<sup>118</sup> IDEM (**Stéphanie Bouckaert (Décembre 2013)**)

<sup>119</sup> **Bergaentzle, C. (2015, Juin 23)**. Smart Grids et efficacité des systèmes électriques: instruments de régulation et impacts de la gestion de la demande . Grenoble, Sciences économiques , France.

<sup>120</sup> **Capenergies -SCS-. 2012 . ITEMS INTERNATIONAL. La chaîne de valeur du marché des smart grids.** [En ligne] Juin 2012 . [Citation : 20 Décembre 2019.] [https://www.provence-pad.com/wp-content/uploads/2016/04/SmartGrids\\_CapEnergiesSCS.pdf](https://www.provence-pad.com/wp-content/uploads/2016/04/SmartGrids_CapEnergiesSCS.pdf).

- Le système local compatible avec l'activation de l'intelligence énergétique dans les bâtiments industriels, résidentiels, tertiaire ou collectif, et l'intégration des énergies renouvelables, des systèmes de stockage et des voitures électriques ;
- Le système transversal constitué de réseaux de distribution et de transport actifs, gérés et ajustés en temps réel entre l'approvisionnement en énergie conventionnelle et renouvelable et la demande de réseau local.

Le développement des smart grids diffère selon les spécificités nationales liées au niveau des ressources naturelles disponibles, aux technologies maîtrisées, à la qualité et au développement des infrastructures d'énergie, aux préférences sociétales ou encore au contexte politico-économique.<sup>121</sup>

A titre d'exemple, la Chine qui vise principalement le développement d'un réseau électrique robuste qui se base sur les EnR dans son investissement dans les smart grids favorise la transmission, l'automatisation de la distribution et la mise en place de smart meters. Pour le Japon, les démonstrateurs de recherche sur les smart grids soutiennent essentiellement la forte pénétration de production décentralisée sur les réseaux de distribution et / ou sur les micro-réseaux intégrant une forte proportion d'énergies renouvelables et / ou décentralisées. Par ailleurs, dans l'objectif de la réduction des émissions de gaz à effet de serre, le Japon prévoit d'installer des smart meters dans chaque bâtiment commercial, industriel et résidentiel du pays d'ici le début des années 2020. USA vise à sécuriser le réseau pour faire face aux risques de pannes et les attaques terroristes et à anticiper la croissance de la demande.<sup>122</sup>

L'Algérie rejoint la route à travers le laboratoire Smart Grids, mis en place par le centre de recherche et de développement de l'électricité et du gaz en Algérie CREDEG. Il représente une sorte de plate-forme d'essais et d'expérience qui s'articule sur un réseau de petite échelle programmé afin de représenter un réseau réel dont il permet le test des solutions smart grids dans une approche « systémique » avant qu'elles soient insérées sur le réseau réel à titre illustratif le site pilote des smart meters de Diar El Bahri.<sup>123</sup>

---

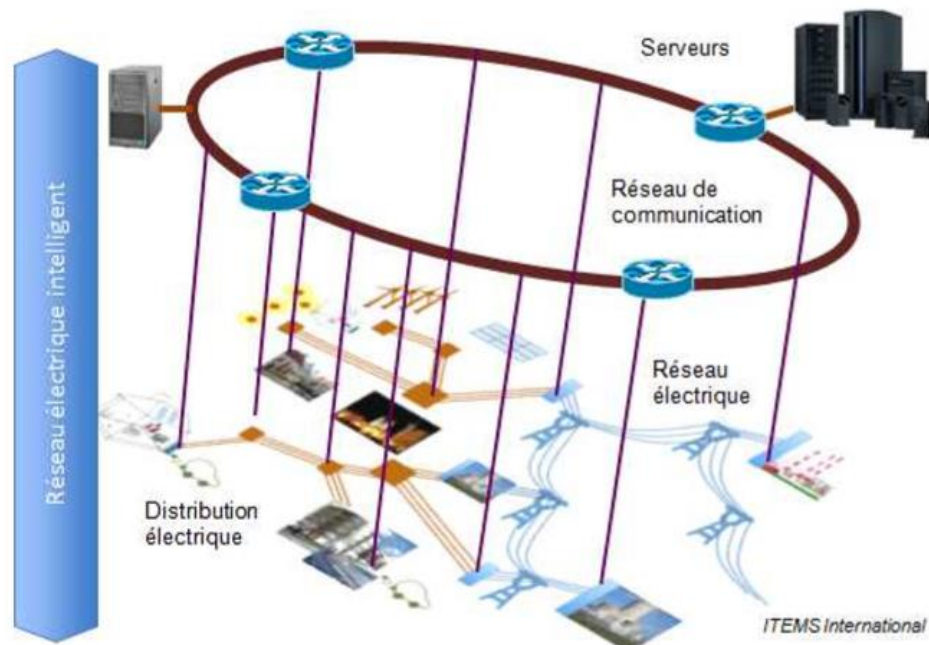
<sup>121</sup> Cabaret, Fabienne Picard et Katy. 2015. POLITIQUE EUROPÉENNE DE L'ÉNERGIE ET TRANSITION VERS UN SYSTÈME ÉNERGÉTIQUE DÉCARBONÉ FONDÉE SUR LES SMART GRIDS. *Innovations*. De Boeck Supérieur, 2015, Vol. 1, n° 46./ Consulté 12-11-2019 à 01.30

<sup>122</sup> IDEM (Cabaret, Fabienne Picard et Katy. 2015)

<sup>123</sup> *Un compteur électrique de fabrication algérienne*. Yacine., M. Consulté Novembre 2019. Algérie, Alger : Liberté, Consulté Novembre 2019.

## 2.3 Structure générale de fonctionnement

Le défi du réseau intelligent est le fait d'associer une infrastructure électrique aux technologies numériques qui analysent, contrôlent, pilotent et transmettent l'information reçue, ce qui lui permet de le qualifier comme étant un système complexe.<sup>124</sup>



**Figure 12** : Représentation générale de l'architecture des smart grids  
**Source** : (Capenergies -SCS-. 2012)

On trouve dans une architecture de smart grids différents composants qui s'illustrent comme suit :<sup>125</sup>

- L'infrastructure de communication ;
- L'infrastructure énergétique ;
- Les outils de mesure : PMU : Phasor Measurement Unit, Capteurs, smart meters ;
- Les systèmes de contrôle et de détection ;
- Les systèmes de pilotage.

Les smart grids se basent sur l'insertion des énergies renouvelables à travers l'intégration des panneaux photovoltaïques, les éoliens ou même des centrales nucléaires qui

<sup>124</sup> Capenergies -SCS-. 2012 . ITEMS INTERNATIONAL. *La chaîne de valeur du marché des smart grids*. [En ligne] Juin 2012 . [Citation : 20 Décembre 2019.] [https://www.provence-pad.com/wp-content/uploads/2016/04/SmartGrids\\_CapEnergiesSCS.pdf](https://www.provence-pad.com/wp-content/uploads/2016/04/SmartGrids_CapEnergiesSCS.pdf).

<sup>125</sup> IDEM (Capenergies -SCS-. 2012 )

sont raccordées aux réseaux de distribution d'électricité, ceci se fonctionne de manière bidirectionnelle en distribuant l'énergie produite et en mettant en commun les productions décentralisées. Cette entité préconise le développement de la production décentralisée qui « augmente la capacité de production non émettrice de GES et intègre une source de production proche de la zone du consommateur ». <sup>126</sup> Cette production va être acheminé via le réseau de transport et de distribution vers les zones de consommation pour les grands axes qui quadrillent le territoire et de la distribution vers le consommateur final, qu'il soit privé ou public, il est autonome et automatique, qui pourra par la suite réguler lui-même sa consommation. Ce niveau de fonctionnement va être représenté par la domotique ou le smart meter.<sup>127</sup> Ce dernier représente « un équipement de comptage installé chez le consommateur et capable de mesurer en temps réel l'électricité qui est consommée ainsi de collecter des données relatives aux émissions de CO<sub>2</sub> ». <sup>128</sup> Ce compteur constitue la charnière entre le réseau électrique et le consommateur. Il permet d'éviter le maximum des pics de consommation et les pannes dues à une surcharge. L'objectif est d'impliquer le consommateur pour optimiser sa consommation.<sup>129</sup>

Dès lors, on constatera que l'architecture des smart grids se décompose en trois niveaux : un niveau qui constitue l'entité de production de l'électricité, un deuxième niveau composé d'équipements transmetteurs de l'électricité, un troisième niveau formé par des architectures de communication collecteur des données des capteurs réseau, et un dernier niveau constitué par des applications et des services, comme les systèmes d'intervention à distance. <sup>130</sup>

En dernier, on recapitalise ceci dans un schéma représenté ci-dessus,

---

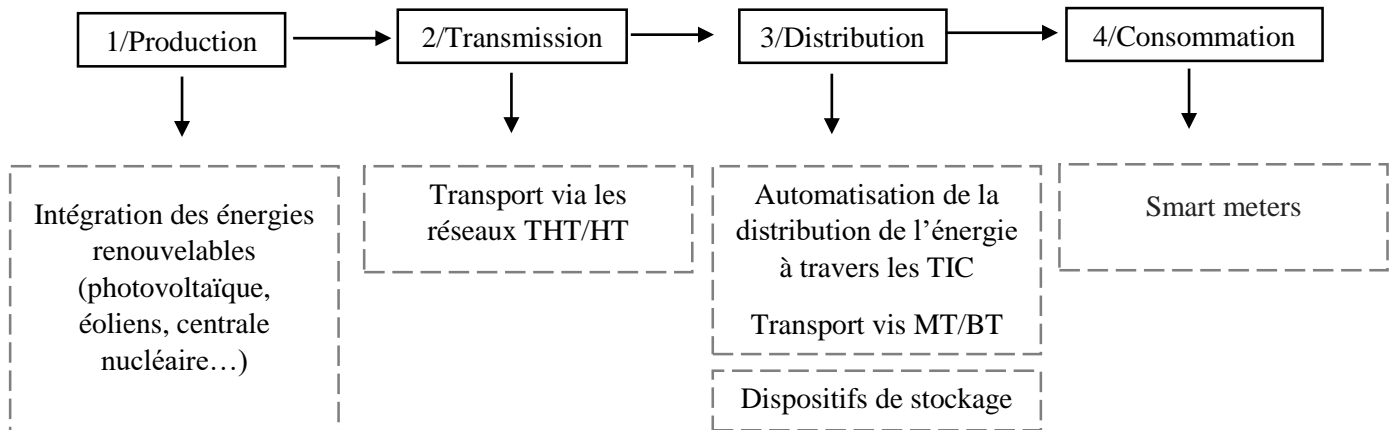
<sup>126</sup> **Guillaume Guérard (27-11-2014)**. Optimisation de la diffusion de l'énergie dans les Smart Grids. Université de Versailles-Saint Quentin en Yvelines, France

<sup>127</sup> IDEM (**Guillaume Guérard (27-11-2014)**)

<sup>128</sup> **Bergaentzle, C. (2015, Juin 23)**. Smart Grids et efficacité des systèmes électriques: instruments de régulation et impacts de la gestion de la demande . Grenoble, Sciences économiques , France.

<sup>129</sup> **Capgemini Consulting (2010)**. Energy, Utilities and Chemicals | Smart Energy Services. Systèmes de Gestion Intelligente de l'Energie Prendre un temps d'avance sur le futur de l'électricité. [http://www.smartgrids-cre.fr/media/documents/1003\\_CapG\\_SmartEnergyServices.pdf](http://www.smartgrids-cre.fr/media/documents/1003_CapG_SmartEnergyServices.pdf)

<sup>130</sup> **ADEME. (2015, Novembre 09)**. *SMART GRIDS : Le savoir-faire français*. Récupéré sur [adem](https://www.adem.fr/smartgrids_savoir_faire_français): [https://www.adem.fr/smartgrids\\_savoir\\_faire\\_français](https://www.adem.fr/smartgrids_savoir_faire_français)



**Figure 13** : Schéma de fonctionnement des Smart Grids  
**Source** : Auteur 2019 depuis (Monereau., Julien. Juin 2011)

## 2.4 Smart Grids entre avantages et inconvénients

Les smart grids présente plusieurs impacts qui contribuent à opérer des changements dans la ville et ses systèmes, notamment lorsqu'il s'agit des systèmes énergétiques.

### a. Avantages

Les smart grids constituent une nouvelle entité de la ville intelligente qui comprend une multitude d'avantages et qui justifie la nécessité d'un réel investissement. Le paragraphe cité ci-dessous décrit les avantages des smart grids :

- La détection des perturbations des réseaux et une réparation locale rapide ;
- La contribution du consommateur dans la gestion énergétique à travers les smart meters et de jouer positivement sur les pics de consommation et les pannes dues à une surcharge du réseau en coupant certains appareils <sup>131</sup> ;
- L'encouragement de la maîtrise de la production décentralisée qui permet d'informer les opérateurs de toutes informations concernant le réseau de distribution qui sont disponibles à travers les TIC et les smart meters ;
- L'intérêt économique qui offre un meilleur contrôle des factures énergétiques et un confort individuel ;

<sup>131</sup> BOUFERTELLA Ahmed. Recherche et Développement. Les Smart Grids, l'avenir du réseau électrique, [https://www.cder.dz/vlib/bulletin/pdf/ber35\\_2\\_3.pdf](https://www.cder.dz/vlib/bulletin/pdf/ber35_2_3.pdf). Consulté 2019

- L'utilisation de nouvelles sources de production EnR et les systèmes de stockage <sup>132</sup> ;
- L'indépendance des énergies fossiles tout en réduisant les impacts environnementaux et les émissions de gaz à effet de serre ;
- Promouvoir l'efficacité énergétique ;
- L'amélioration des systèmes de l'efficacité, la fiabilité, la qualité et la sécurité des réseaux <sup>133</sup> ;
- Les consommateurs bénéficient d'offres tarifaires plus diversifiées et mieux adapter à leurs comportements à travers l'information des consommateurs sur la consommation électrique ;
- Grace aux nouvelles technologies qui permettent aux gestionnaires du réseau d'anticiper, de détecter et de réparer les pannes mais également de répondre en temps réel aux besoins en électricité ceci offrira un service de meilleure qualité.
- Gestion de l'équilibre du réseau en agissant en priorité sur la consommation <sup>134</sup>

#### b. Obstacles éventuels aux Smart Grids :

Parmi les risques des smart grids, il y a lieu de citer, entre autres :

- Cyber criminalité : méfiance des citoyens vis-à-vis des smart meters et l'accès aux données privées (la confidentialité des informations sur les horaires et activités des consommateurs et des producteurs) d'où il faut assurer une meilleure sécurité et protection ;<sup>135</sup>
- L'absence des normes et des règlements dans ce domaine et la rentabilité budgétaire (le cout d'investissement qui est très cher) ;<sup>136</sup>

---

<sup>132</sup> **Association des entreprises électriques Suisses (Janvier 2018)**. Smart Grid. Document de connaissances de base. [https://www.association-des-entreprises-électriques-Suisses24\\_Smart\\_Grid\\_fr.pdf](https://www.association-des-entreprises-électriques-Suisses24_Smart_Grid_fr.pdf)

<sup>133</sup> **Stéphanie Bouckaert (Décembre 2013)**. Contribution des Smart Grids à la transition énergétique : évaluation dans des scénarios long terme. MINES ParisTech ; Centre de Mathématiques Appliquées. pdf

<sup>134</sup> **Capenergies -SCS-. 2012 . ITEMS INTERNATIONAL. La chaîne de valeur du marché des smart grids**. [En ligne] Juin 2012 . [Citation : 20 Décembre 2019.] [https://www.provence-pad.com/wp-content/uploads/2016/04/SmartGrids\\_CapEnergiesSCS.pdf](https://www.provence-pad.com/wp-content/uploads/2016/04/SmartGrids_CapEnergiesSCS.pdf).

<sup>135</sup> **Association des entreprises électriques Suisses (Janvier 2018)**. Smart Grid. Document de connaissances de base. [https://www.association-des-entreprises-électriques-Suisses24\\_Smart\\_Grid\\_fr.pdf](https://www.association-des-entreprises-électriques-Suisses24_Smart_Grid_fr.pdf)

<sup>136</sup> **Feuille De Route Pour Le Développement Des Smart Grids En Bretagne. Bretagne smart grids. 2014-2020**. [www.invest-in-bretagne.org/-smart-grids](http://www.invest-in-bretagne.org/-smart-grids). Consulté 01-12-2018

- Le manque de clarté dans la répartition des coûts et des rôles comme risque auxquelles on doit faire face ;<sup>137</sup>
- L'implication des citoyens dans l'optimisation de la consommation nécessite des sensibilisations pour que le résultat soit constaté ;
- La collaboration de nombreux et divers acteurs est complexe et difficile à gérer et pourra engendrer des éventuels conflits d'intérêts ;
- Les barrières d'ordre technologiques tels la standardisation et l'interopérabilité ;<sup>138</sup>
- Des problèmes de point de vue technique car il est très difficile d'implanter toutes les structures dans des villes déjà existantes ou c'est préférable de mettre en place des villes entièrement intelligentes plutôt que d'en aménager une déjà existante.<sup>139</sup>

## 2.5 Les acteurs majeurs des Smart Grids

Le développement des smart grids nécessite la collaboration entre de nombreux acteurs. Initialement issus du secteur du numérique ou de l'énergie, la collaboration a requis l'implication de nouveaux acteurs qui exercent dans d'autres secteurs tels que :

- **Les acteurs de l'informatique** : sont les gérants du processus et des systèmes informatiques et éditeurs des logiciels indispensables au fonctionnement des smart grid ;
- **Les acteurs de télécommunications** : ils fournissent les technologies nécessaires pour garantir l'intelligence du système électrique ;
- **Les consommateurs** : permettent de réguler eux-mêmes leur consommation d'électricité, et ils participent à l'efficacité du système ce qui leur permet de devenir des consomm'acteur ;
- **Les producteurs d'électricité** : ils alimentent les réseaux de transport d'électricité et doivent être capables de répondre en temps réel à la demande ;

---

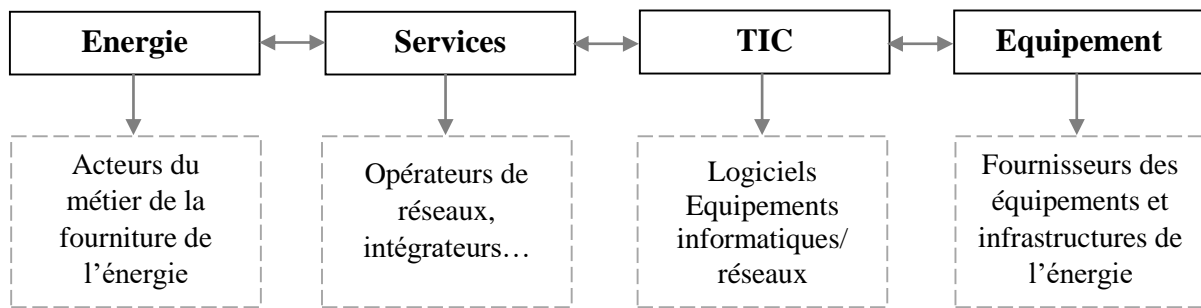
<sup>137</sup> **Association des entreprises électriques Suisses (Janvier 2018)**. Smart Grid. Document de connaissances de base. [https://www.association-des-entreprises-electriques-Suisses24\\_Smart\\_Grid\\_fr.pdf](https://www.association-des-entreprises-electriques-Suisses24_Smart_Grid_fr.pdf)

<sup>138</sup> **Stéphanie Bouckaert (Décembre 2013)**. Contribution des Smart Grids à la transition énergétique : évaluation dans des scénarios long terme. MINES ParisTech ; Centre de Mathématiques Appliquées. pdf

<sup>139</sup> **Adèle HOURQUET et al (Etudiants)**. 2015. *SMART CITY*. ROUEN : INSTITUT NATIONAL DES SCIENCES APPLIQUES DE ROUEN, 2015. 29-11-2019

- **Les acteurs techniques** : ils peuvent être gestionnaires des réseaux de transport et de distribution ou constructeurs de matériel électrique, gèrent et installent les équipements de mesure assurant la sécurité et le fonctionnement des réseaux ;
- **Les pouvoirs publics** : qui définissent des normes dans ce contexte à savoir la sécurité et la protections... etc.
- **Les laboratoires et instituts de recherche** : soient privés ou public, ils traitent des sujets liés aux réseaux électriques intelligents.<sup>140</sup>

Plusieurs catégories d'acteurs participent dans l'architecture des smart grids dont on peut les classer selon ITEMS International (Strategic consulting in a digital world) sur quatre domaines et qui sont représentés dans le schéma suivant :



**Figure 14** : Typologie des acteurs du marché des smart grids  
Source : Auteur depuis (Capenergies -SCS-. 2012)

## 2.6 Smart Grid et efficacité énergétique

Les smart grids rassemblent tous les acteurs et les actions de la chaîne électrique à savoir l'utilisateur le producteur...etc. afin de rendre le réseau communicant et d'offrir une réponse efficace et efficiente à la demande d'énergie sur le plan environnemental, économique. En plus, ces réseaux économisent l'énergie à travers la mise en marche ou en arrêt automatique de différents dispositifs énergétiques selon le besoin et la période, ils favorisent l'utilisation des énergies locales renouvelables, la maîtrise de la demande de l'énergie et la flexibilité et ils optimisent les nouveaux modes de consommation/production. Par conséquent, ceci va permettre d'assurer une réserve de charge, d'éviter les surcharges et les pannes, de diminuer

<sup>140</sup> GRIDS-CRE, S. (s.d.). *Acteurs et innovations, Acteurs et initiatives*. Récupéré sur Smart Grids: <http://www.smartgrids-cre.fr/index.php?p=acteurs-initiatives>. Consulté 09-12-2018

les dépenses, et de réduire les pollutions et les émissions de gaz à effet de serre ce qui mène vers une efficacité énergétique.<sup>141</sup>

En somme, le déploiement de ces réseaux intelligents se fait au service de l'efficacité énergétique à travers la nouvelle technologie de l'information et de la communication qui met en place des outils de gestion, de stockage, de pilotage, de sécurité et de surveillance performants et efficaces.

### 3. Smart city ou ville intelligente

La ville existe depuis l'antiquité, elle représente des communautés urbaines qui se varient selon les régions et les pays. Cette ville est toujours en voie de développement et de croissance démographique. D'où l'homme n'a cessé d'accomplir des progrès et de participer dans l'épanouissement et l'évolution de la ville en commençant à partir de l'ère de l'agriculture jusqu'à la croissance des villes modernes.<sup>142</sup>Le défi se manifeste à travers la limitation et la réduction des impacts engendrés de cette croissance tout en garantissant le bien-être et le confort des habitants. Et cela pourra la qualifier comme une ville durable.

Les villes consomment beaucoup d'énergie mondiale et émettent un grand pourcentage des émissions de gaz à effet de serre (défis environnementaux), elles connaissent l'étalement urbain et plusieurs contraintes énergétiques. Ces conditions critiques obligent les villes à chercher des nouveaux procédés et solutions et qui doivent être intelligents afin de gérer cette situation.<sup>143</sup>

#### 3.1 Le concept de la smart city

En réponse au défi surélevé pour résoudre les problèmes que la ville subie, le groupe spécialisé l'UIT à chercher à définir une approche pour aider les villes à devenir à la fois intelligentes et durables. D'où il y eu la naissance du concept de « Ville intelligente et durable

---

<sup>141</sup> **2018.** engie. *Comment contribuer à l'effacement électrique grâce aux réseaux intelligents.* [En ligne] 19 09 2018. [Citation : 17 11 2019.] <https://particuliers.engie.fr/electricite/conseils-electricite/installation-electrique/comment-contribuer-a-leffacement-electrique-grace-aux-reseaux-in.html>.

<sup>142</sup> **Clark, Matthew. 2016.** Construire les villes intelligente et durable de demain. Des outils et des idées pour aller de l'avant. *NOUVELLE de l'UIT.* Place des Nations (Suisse), 2016, 2. consulté 08-11-2019 à 02.04

<sup>143</sup> **Vito Albino et al. 2015.** Smart cities : definitions, dimensions, and performance. *Journal of Urban Technology.* Publié 04 Février 2015. <https://www.tandfonline.com/loi/cjut20.pdf>

». Ce concept met en son cœur le potentiel des technologies de l'information et de la communication (TIC) dans les systèmes de gouvernance urbaine dans une vision de créer des villes qui seraient économiquement et socialement évoluées, et conçues pour assurer la durabilité écologique.<sup>144</sup>

Le concept de « Smart city » ou « Ville intelligente » est un concept multidisciplinaire, très populaire dans la littérature scientifique, qui intègre la technologie numérique et d'innovation en son cœur afin de rendre plus efficace l'utilisation des ressources et réduire les impacts écologiques.<sup>145</sup> A travers l'utilisation de la technologie de l'information elle pourrait détecter, surveiller, contrôler et communiquer les éléments et les services de la ville tels que les transports, l'électricité...etc.<sup>146</sup> Elle donne une place importante au citoyen dans la ville pour un meilleur développement et une meilleure efficacité.<sup>147</sup>

Selon ARUN Mahizhnan, Conseiller spécial en recherche, à l'Institute of Policy Studies, « *l'intelligence d'une ville réside dans la manière dont elle intègre les TIC dans toutes les strates de la vie économique de son territoire. L'enjeu est de satisfaire conjointement des enjeux liés au développement économique du territoire, et à l'accroissement du bien-être social, du savoir et du capital humain. La ville intelligente ne se réduit pas à la numérisation de ses infrastructures et de ses services mais le degré de cette numérisation est bien l'indicateur d'une capacité à transformer une ville en un « territoire de qualité »* ». <sup>148</sup>

Selon (Chourabi et al., 2012 ; Univ. Lavalla ville de Québec ; CANADA), l'intelligence de la ville consiste à ce qu'elle comprend comme services d'optimisation, de visualisation, d'analyse et de modélisation qui mènent à une meilleure prise de décision.<sup>149</sup>

---

<sup>144</sup> Clark, Matthew. 2016. Construire les villes intelligentes et durables de demain. Des outils et des idées pour aller de l'avant. *NOUVELLE de l'UIT*. Place des Nations (Suisse), 2016, 2. consulté 08-11-2019 à 02.04

<sup>145</sup> Agence D'urbanisme De L'aire Toulonnaise Et Du Var. Octobre 2017. La Smart City, une ville intelligente ; Des villes et des territoires plus inclusifs, durables et pratiques. <https://audat.org/>

<sup>146</sup> Arkalgud Ramaprasad et al. 2017. A Unified Definition of a Smart City. International Federation for Information Processing. Page 13-24.

<sup>147</sup> Agence D'urbanisme De L'aire Toulonnaise Et Du Var. Octobre 2017. La Smart City, une ville intelligente ; Des villes et des territoires plus inclusifs, durables et pratiques. <https://audat.org/>

<sup>148</sup> Amel ATTOUR et Alain RALLET (2014/1 n°43). Innovation. Le rôle des territoires dans le développement des systèmes trans-sectoriels d'innovation locaux : le cas des *smart cities*. Pages 253 à 279. <https://www.cairn.info/revue-innovations-2014-1-page-253.htm?contenu=article>. Consulté 23/11/2018

<sup>149</sup> Galoul, Alessia. 2015. « LES VILLES INTELLIGENTES » : L'OPEN DATA CONTRIBUE-T-IL À LEUR DÉVELOPPEMENT ? . *Digital access to libraries*. Belgique : Louvain School of Management, Université catholique de Louvain, 2015. <http://hdl.handle.net/2078.1/thesis:2886> [Downloaded 2019/11/06 at 22:44:11 ]

Dès lors, le concept de smart city est lié au concept de la durabilité mais non pas au TIC car ceci se limite dans l'application commerciale à action intelligente. Par contre, les bâtiments intelligents adoptent une multitude de systèmes, de périphériques et de capteurs connectés.<sup>150</sup>

Il y a lieu de mentionner qu'il existe une différence entre le terme de la ville intelligente et de la ville numérique « digital city », certes la ville intelligente découle souvent de la ville numérique pour une meilleure gestion urbaine, c'est une extension de cette dernière. Quant à la ville numérique, elle est définie comme étant une ville qui repose sur les TIC et pourra devenir un poste de contrôle numérique dont ce dernier est mis essentiellement au service de la population de la ville intelligente et elle peut être un aspect de la ville intelligente. Elle est perçue comme « un système d'information qui collecte de l'information numérique sur la ville réelle et les rend disponibles dans un espace public virtuel, où les citoyens peuvent consulter mais aussi interagir avec le système et avec d'autres utilisateurs » (Fontana, 2014 ; Université de Gênes ; Gênes, Italie).<sup>151</sup>

Selon le Smart Cities Council des États-Unis, une smart city est un « système de systèmes : eau, électricité, transports, interventions d'urgence, etc., où chacun d'eux affecte les autres. »<sup>152</sup>

De plus, selon Smart city Institute (HEC Liège), la smart city est défini comme étant un écosystème de parties prenantes: « Une ville intelligente est un écosystème de parties prenantes (gouvernements locaux, citoyens, entreprises multinationales et locales, universités, institutions internationales, etc) engagé dans une stratégie durable (3P – People, Planet, Profit), tout en utilisant les technologies (TIC, ingénierie, technologies hybrides) comme facilitateur pour atteindre ses objectifs durables et mener à bien les actions qui y sont liées. »<sup>153</sup>

Elle est la fois un nouvel idéal et aussi un ensemble concret de processus d'expérimentation et de transformation de l'urbain qui sont technologiques mais aussi sociaux

---

<sup>150</sup> Vito Albino et al. 2015. Smart cities: definitions, dimensions, and performance. Journal of Urban Technology. Publié 04 Février 2015. <https://www.tandfonline.com/loi/cjut20.pdf>

<sup>151</sup> Galoul, Alessia. 2015. « LES VILLES INTELLIGENTES » : L'OPEN DATA CONTRIBUE-T-IL À LEUR DÉVELOPPEMENT ? . *Digital access to libraries*. Belgique : Louvain School of Management, Université catholique de Louvain, 2015. <http://hdl.handle.net/2078.1/thesis:2886> / [Downloaded 2019/11/06 at 22:44:11 ]

<sup>152</sup> The Wharton School. 2016. *Villes Intelligentes, La valeur économique et sociale de la construction d'espaces urbains intelligents* . Philadelphia : University of Pennsylvania, 2016. 29-11-2019

<sup>153</sup> Lauriane, Bererd. 2016. *L'opérationnalité des smart cities : Critical Discourse Analysis de 43 textes internationaux*. [Master 2 Design Urbain] Grenoble : Institut d'Urbanisme de Grenoble, 2016. 30-11-2019

et politiques. C'est une ville plus sobre énergétiquement qui fait référence à la ville durable et dont l'exemple le plus illustrant est bien les smart grids.<sup>154</sup>

Par conséquent, la smart city tient ses forces à partir des défis qu'elle fait face, et de quoi elle pourra satisfaire les besoins de sa population et ceci lui permettra de la qualifier comme étant une ville résiliente, numérique, efficace et numérique.<sup>155</sup>



**Figure 15 :** Schéma représentant les forces de la smart city  
**Source :** Auteur 2019

Selon Jean-Louis Missika la ville ne pourra être intelligente que lorsque ces habitants sont intelligents sans l'implication de ces acteurs aucune ville ne peut prétendre à l'intelligence de ses projets.<sup>156</sup>

La smart city représente une somme de :<sup>157</sup>

<sup>154</sup> **PICON, Antoine. 2015.** « Le numérique changera-t-il la ville ? » par Antoine PICON. INHA – Paris, 5 à 7 // Club Ville Aménagement, « 5 à 7 », Paris : Ariella MASBOUNGI, 24 Novembre 2015

<sup>155</sup> **Sandra Breux et Jérémy Diaz. Janvier 2017.** *LA VILLE INTELLIGENTE Origine, définitions, forces et limites d'une expression polysémique*. Repentigny : Institut national de la recherche scientifique Centre- Urbanisation Culture Société, Janvier 2017.

<sup>156</sup> **Lauriane, Bererd. 2016.** *L'opérationnalité des smart cities : Critical Discourse Analysis de 43 textes internationaux*. [Master 2 Design Urbain] Grenoble : Institut d'Urbanisme de Grenoble, 2016. 30-11-2019

<sup>157</sup> **BENAOUADJ Mahdi. Juin 2016.** *Gestion de l'énergie d'un système hybride autonome pour application « Smart Grid »*. [THÈSE DE DOCTORAT en sciences en génie électrique] Algérie-Biskra- : Université Mohamed Khider – Biskra Faculté des Sciences et de la Technologie Département, Juin 2016. 25.11.2019



**Figure 16 :** La Smart city  
**Source :** (Lauriane Bererd. 2016).

La conception de la smart city permet de mettre en collaboration plusieurs initiatives par les administrations publiques, par des entreprises ou par des citoyens et qui visent à :

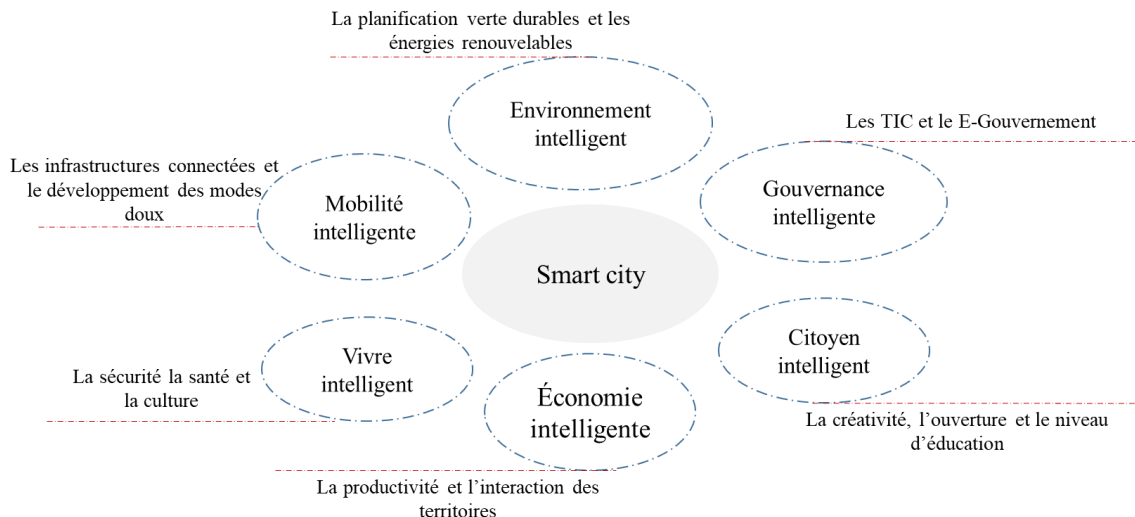
- Attirer des entreprises innovantes et diversifier l'économie ;
- Favoriser un urbanisme actif à travers la consultation citoyenne et la préservation du patrimoine...
- Gérer les infrastructures souterraines (égouts, aqueducs, électricité, fibre optique, etc.) et mettre en place des infrastructures qui supportent le système numérique ;
- Amélioration dans la gestion des composants environnementaux (qualité de l'air, qualité des eaux, GES, gestion des déchets, etc.).<sup>158</sup>

### 3.2 Les dimensions de la smart city

La smart city regroupe six domaines d'action qui assurent le succès de cette dernière et qui sont représentés dans le schéma suivant <sup>159</sup>:

<sup>158</sup> Doran, Marie-Andrée. novembre 2012. *Des villes intelligentes : pourquoi et comment ?*. Quebec : Université Laval, novembre 2012. 29-11-2019

<sup>159</sup> Agence D'urbanisme De L'aire Toulonnaise Et Du Var. Octobre 2017. *La Smart City, une ville intelligente ; Des villes et des territoires plus inclusifs, durables et pratiques*. <https://audat.org/>



**Figure 17** : Schéma représentant des domaines d'action de la smart city.

**Source** : Auteur 2019

En somme, la smart city est conçue aujourd'hui comme « une ville compétitive, environnementale-ment vertueuse, démocratiquement participative, énergétiquement économe, soucieuse de la qualité de vie de ses habitants ». <sup>160</sup>

En décortiquant la dimension de **l'environnement intelligent**, il apparaît que la ville intelligente se base essentiellement sur l'énergie et sa gestion intelligente à travers la mise en place des dispositifs intelligents à savoir des capteurs, des compteurs communicants, intégrant des énergies renouvelables EnR, ainsi que des appareils automatisés de gestion, de surveillance et d'optimisation de la consommation et la distribution de l'énergie. L'environnement intelligent participe ainsi à l'amélioration des réseaux intelligents ou « smart grids » des système de gestion qui permettent l'optimisation de la production et de la distribution d'électricité qui fait impliquer les différents acteurs concernés, en informant les consommateurs de leurs consommations, d'établir des programmes et des stratégies d'efficacité énergétique et ceci sur une vaste échelle de la ville. <sup>161</sup>

Ce qu'il faut souligner que les dimensions de la smart city s'articulent tous entre eux et se convergent en travaillant en collaboration. Vrai que l'énergie appartient principalement à la dimension de l'environnement intelligent, mais sans citoyen intelligent, les comportements

<sup>160</sup> **Amel ATTOUR et Alain RALLET (2014/1 n°43).** Innovation. Le rôle des territoires dans le développement des systèmes trans-sectoriels d'innovation locaux : le cas des *smart cities*. Pages 253 à 279. <https://www.cairn.info/revue-innovations-2014-1-page-253.htm?contenu=article>. Consulté 23/11/2018

<sup>161</sup> **Secrétaire générale, mai 2016.** *Commission de la science et de la technique au service du développement -Infrastructures et villes intelligentes-*. Genève : Conseil économique et social, mai 2016. 1020-2064. 08-11-2019

énergivores ne changent pas et le vivre intelligent qui bénéficie du confort n'aura pas lieu. Sans gouvernance intelligente, l'introduction des TIC dans les solutions énergétiques ne serait plus, donc on note une interaction dominante entre ces dimensions de la ville intelligente.

En plus de ça, il prend en compte la gestion de l'eau et de déchets, et la mise en place des outils qui contribuent dans la réservation de ressources naturelles entre autres des capteurs pour détecter les fuites dans les réseaux d'aqueduc, ainsi que des capteurs pour mesurer de pollution de l'air et ceci à travers les nouvelles technologies qui fournissent des informations en temps réel.<sup>162</sup>

### 3.3 Acteurs de la smart city

La ville intelligente mobilise toute une série d'acteurs dont le citoyen est au centre de la ville qui est un usager et un consommateur. Outre les acteurs traditionnels des villes (institutionnels, architectes et urbanistes, fournisseurs de services, opérateurs des réseaux de transport, gestionnaires des réseaux d'énergie, etc.), de nouveaux acteurs apparaissent et prennent une place importante dans la construction de la ville intelligente de demain entre autres les spécialistes des NTIC. Un grand nombre de mot qui appartient aux champs des acteurs de la smart city et qui sont variés et qui sont principalement les praticiens, citoyens, utilisateurs, exploitants et dirigeants de la ville.<sup>163</sup>



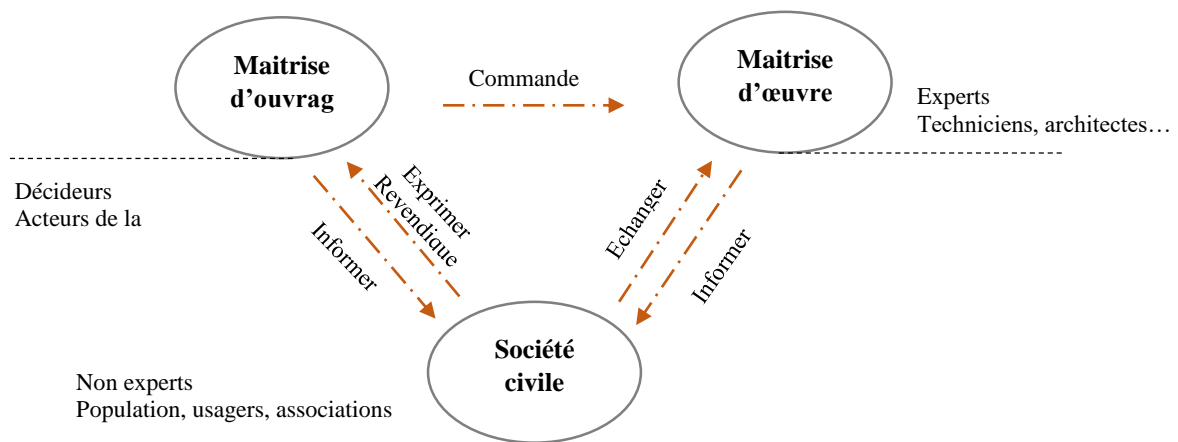
**Figure 183 :** Acteurs de la smart city  
**Source :** (Lauriane, Bererd. 2016)

<sup>162</sup> Simard, Joëlle. Juillet 2015. LA VILLE INTELLIGENTE COMME VECTEUR POUR LE DÉVELOPPEMENT DURABLE : LE CAS DE LA VILLE DE MONTRÉAL . *Essai présenté au Centre universitaire de formation en environnement et en développement durable en vue de l'obtention du grade de maître en environnement (M.Env.)* . (Québec, Canada) : Université de Sherbrooke, Juillet 2015./ Consulté 09\_11\_2019

<sup>163</sup> Lauriane, Bererd. 2016. *L'opérationnalité des smart cities : Critical Discourse Analysis de 43 textes internationaux*. [Master 2 Design Urbain] Grenoble : Institut d'Urbanisme de Grenoble, 2016. 30-11-2019

De plus, il est possible de classer ces différents acteurs en trois grandes catégories. La première, correspond à la société civile, c'est-à-dire la population, les humains, les personnes, etc. La deuxième catégorie correspond plutôt aux « experts », c'est-à-dire à la maîtrise d'œuvre. C'est eux qui réalisent et qui détiennent en grande partie les compétences. Et enfin, la troisième est la maîtrise d'ouvrage, qui est composée des acteurs politiques. Cette catégorie est plutôt la classe « décideur ». <sup>164</sup>

Afin de recapitaliser, on montrera les différentes catégories constituantes des acteurs de la smart city qui sont représentées dans la figure suivante :



**Figure 194** : Domaine d'appartenance de la Smart City  
**Source** : Auteur 2019 depuis (Lauriane, Bererd. 2016)

#### 4. Les TIC et les villes intelligentes et durable

La ville intelligente et durable met en son cœur les TIC comme un élément clés et moteur pour atteindre les objectifs fixés en matière de durabilité. Les TIC peuvent aider à créer une ville intelligente et durable (qui obéi à des changements de comportement au quotidien de la part du citoyen) à travers l'innovation et à repenser les processus existants. Ils peuvent également fournir de nouvelles applications, de nouvelles technologies et de nouveaux systèmes pour l'énergie intelligente, le transport intelligent, les bâtiments intelligents, la gestion intelligente de l'eau, et la gouvernance intelligente. Les TIC peuvent offrir une approche

<sup>164</sup> IDEM (Lauriane, Bererd. 2016)

stratégique intégrée de la durabilité et de l'intelligence dans les villes durables et intelligentes en contribuant à changer le comportement et les habitudes des citoyens.<sup>165</sup>

Les TIC adopte les trois piliers du développement durable à savoir la croissance économique en promouvant une industrialisation durable et à encourager l'innovation, l'inclusion social en faisant en sorte que les villes soient ouvertes à tous, sûres et résilientes, ils contribueront à améliorer les niveaux d'éducation, information et sensibilisation des citoyens de leurs droits. Et en dernier, l'équilibre environnemental en proposant des plans de surveillance et de notifications de données sur les émissions de gaz à effet de serre et la consommation d'énergie. Tout cela, pour être réalisé il nécessitera une collaboration efficace et une cohésion entre les différentes parties prenantes.<sup>166</sup>

Cependant, l'architecture des TIC d'une smart city et durable devrait assurer « *l'ouverture et l'interopérabilité, assurées par le respect coordonné de normes communes. Une ville intelligente et durable aura recours aux TIC non seulement pour améliorer l'efficacité des divers secteurs d'activité, mais aussi pour gérer ces processus dans la perspective de leur rôle dans l'écosystème plus large de la ville.* » Houlin Zhao, Secrétaire général de l'UIT.<sup>167</sup>

---

<sup>165</sup> Lauriane, Bererd. 2016. *L'opérationnalité des smart cities : Critical Discourse Analysis de 43 textes internationaux*. [Master 2 Design Urbain] Grenoble : Institut d'Urbanisme de Grenoble, 2016. 30-11-2019

<sup>166</sup> Clark, Matthew. 2016. Construire les villes intelligente et durable de demain. Des outils et des idées pour aller de l'avant. *NOUVELLE de l'UIT*. Place des Nations (Suisse), 2016, 2. consulté 08-11-2019 à 02.04

<sup>167</sup> IDEM (Clark, Matthew. 2016)

## **Conclusion**

Dans ce chapitre, nous avons pu répondre, de manière théorique, à une partie de la problématique posée à savoir le rôle des TIC dans la modernisation des réseaux électrique et la mutation vers des réseaux plus intelligents et plus efficaces.

De plus, ce chapitre nous a permis de constater que les réseaux électriques sont aujourd'hui plus intelligents à toutes les échelles, grâce aux innovations numériques, et dont elles ont permis de garantir des solutions d'optimisation de l'énergie.

Quant à la smart city, elle est mise en place par la contribution de la révolution du numérique et elle subit des changements remarquables et profitent de nouvelles opportunités économiques.

Nous avons pu déduire l'importance de l'adoption des smart grids au sein du secteur résidentiel, par les apports qu'ils bénéficient et les solutions qu'ils offrent dans le cadre de l'optimisation de l'énergie et ceci est garanti par la contribution des TIC.

## **CHAPITRE 4 : SMART METER – DISPOSITIF CLE DU RESEAU INTELLIGENT –**

### **Introduction**

Nous consacrons le quatrième chapitre à une étude détaillée de notre objet de recherche, à savoir les smart meters. Ce concept impose, semble-t-il, un changement de comportement profitable à l'efficacité énergétique et dans le cadre de la transition énergétique. C'est un concept qui est en train de se généraliser dans plusieurs pays du monde.

Ainsi, nous discutons la définition des smart meters, son fonctionnement, les types existants, son déploiement, les différents acteurs impliqués, en mettant en relief le rôle du consommateur et ses impacts. Par ailleurs, nous présentons la définition de la télé-relève, et nous étudions les fonctionnalités des smart meters.

Ce chapitre nous permet de mieux identifier les informations requises à l'évaluation de notre cas d'étude dans la mesure où nous aurons une meilleure maîtrise de la signification d'un smart meter et son fonctionnement.

Dans un contexte de la transition énergétique, un changement de comportement qui s'adapte avec les évolutions réalisées en matière d'EE et de pilotage du système électrique est nécessaire. Ceci permettra de passer d'une société énergivore à une société de sobriété et de préservation des ressources énergétiques à travers l'implication du consommateur dans les projets de déploiement des réseaux électriques intelligents et sa modification de son comportement afin de réduire la consommation énergétique. Un des éléments moteur des réseaux électriques intelligents c'est les smart meters ou compteurs intelligents. C'est des sous-système de ce dernier. Les smart meters, un concept qui connaît sa naissance après un constat qui a été fait et dont la MDE déclare qu'elle doute de ces capacités en terme de maîtrise et réponse aux besoins en électricité. D'où les smart meters viennent comme une solution pour réduire la consommation énergétique et éviter les pics et les pannes dues aux surcharge.<sup>168</sup> Ils représentent un objet de polémique et de débats, entrain de stabilisé à différents états d'avancements selon les politiques de chaque pays.

En outre, l'union européenne déclare que la motivation derrière ce système intelligent est de respecter les exigences du protocole de Kyoto et des directives européennes sur l'efficacité énergétique. Quant aux Pays-Bas, outre les incitations environnementales, telles que la réduction des émissions de CO2, l'efficacité énergétique sur des marchés de l'électricité libéralisés constitue un autre facteur clé.<sup>169</sup>

## 1. Smart meter ou « compteur intelligent »

Dans un proche avenir, l'augmentation de la croissance démographique devrait doubler et engendrer une forte demande en énergie totale par rapport à la demande actuelle et ne pourra plus satisfaire les besoins des consommateurs. Ceci mènera nombreux pays en développement et qui ne disposent pas des ressources nécessaires pour l'ajout de capacité supplémentaires à chercher des solutions immédiates pour ce défi fondamental. En plus de la lutte contre le vol d'électricité et les irrégularités de facturation de l'électricité, les pertes non techniques qui sont mesurées d'environ 20 milliards de dollars perdus par les entreprises de services publics d'électricité, l'intégration des smart meters comme système de mesure

---

<sup>168</sup> Zélem, Marie-Christine. 2015. *Les smart meters peuvent-ils contribuer à infléchir les usages domestiques vers plus de sobriété?* . France : HAL, archives-ouvertes.fr, 2015. hal-01763207.

<sup>169</sup> Lukszo, L. AlAbdulkarim and Z. April 2011. *Impact of Privacy Concerns on Consumers' Acceptance of Smart Metering in The Netherlands* . [Article scientifique] s.l. : IEEE/2011, April 2011. Consulté 11-11-2019

transparent et authentique pourra résoudre ces problèmes, ils sont déployés dans la majorité des pays. Ces derniers sont dotés d'une grande capacité de mise en réseau et d'outils logiciels avancés, difficiles à pirater ce qui améliore l'efficacité de la Distribution. Par contre, ils impliquent des budgets énormes pour l'investissement, ce qui représente une difficulté pour les entreprises des services publics en termes d'investissement.<sup>170</sup>

Le smart meter ou « compteur intelligent » est l'un des concepts clés des réseaux intelligents car il permet de communiquer sur les données de consommations avec les équipements en aval et en amont du compteur.<sup>171</sup>

Les smart meters se présentent sous la forme de compteurs communicants qui transmettent aux consommateurs des données relatives à leur niveau de consommation en temps réel afin de leur permettre de participer à la gestion de l'utilisation des appareils électriques via des logiciels. Les caractéristiques des consommations sont renvoyées sur des interfaces adaptées aux outils de communication contemporains comme les ordinateurs, tablettes ou smartphones et ceci en transmettant les données de consommation ou en alertant en cas de dépassement d'un certain seuil initialement établi.<sup>172</sup>

L'implication du consommateur dans la gestion de la consommation du réseau électrique lui permet de s'intéresser aux données recueillies et de réfléchir à la meilleure manière de consommer l'électricité afin de mieux la maîtriser. Ceci implique une lecture, compréhension des informations affichées, puis développement d'une véritable stratégie de gestion des équipements afin d'optimiser l'impact en matière d'énergie. De plus, la prise de conscience du consommateur envers sa consommation via les smart meters permet d'influencer les comportements d'usage et d'aider à la gestion de l'énergie. Bien évidemment, ceci ne suffit pas à modifier complètement ses pratiques énergétiques, mais permet tout de même d'entamer le processus d'amélioration comportementale par la sensibilisation active.<sup>173</sup>

---

<sup>170</sup> Soma Shekara Sreenadh Reddy Depuru, Lingfeng Wang, Vijay Devabhaktuni and Nikhil Gudi. 2011. *Smart Meters for Power Grid – Challenges, Issues, Advantages and Status*. [ Article scientifique ] s.l. : IEEE, 2011. Consulté 11-11-2019

<sup>171</sup> Frédéric Klopfert et Grégoire Wallenborn. 2010. « Les « compteurs intelligents » sont-ils conçus pour économiser de l'énergie ? » le développement durable à l'épreuve des Tic, mis en ligne le 28 avril 2018, consulté le 30 o. *terminal Technologie de l'information, culture et société*. OpenEdition, 2010, Vol. 2 ème partie, 106-107.

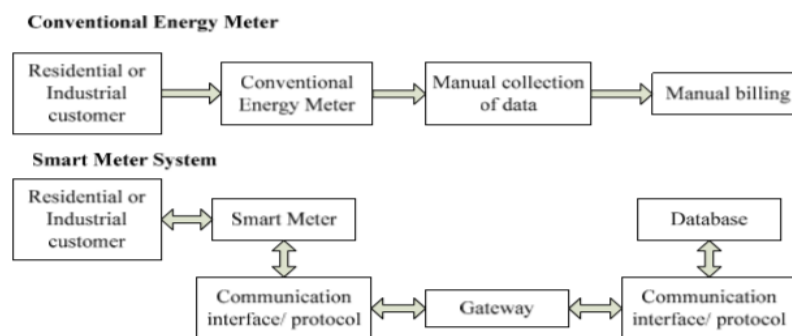
<sup>172</sup> Zélem, Marie-Christine. 2015. *Les smart meters peuvent-ils contribuer à infléchir les usages domestiques vers plus de sobriété?*. France : HAL, archives-ouvertes.fr, 2015. hal-01763207.

<sup>173</sup> IDEM (Zélem, Marie-Christine. 2015)

Autrement dit, le smart meter représente un compteur d'énergie, (de gaz ou d'eau) avancé qui permet la mesure de la consommation de ces derniers et les transmettent aux consommateurs ou usagers. C'est un dispositif bidirectionnel, entre deux acteurs le consommateur et le fournisseur. Il est accompagné par une infrastructure de communication et des dispositifs de contrôle pour constituer un système intelligent. Et il est conçu dans une optique d'empêcher les consommateurs illégaux de contourner ou de modifier le compteur (faire face aux piratage).<sup>174</sup>

Par ailleurs, le smart meter constitue un compteur capable de mesurer l'électricité avec plus de précision et d'enregistrer et communiquer des données sur les mesures effectuées (consommation, qualité du réseau) de manière détaillée et régulière, ainsi que sur les contrats tarifaires proposés par les fournisseurs. Il peut aussi permettre de réguler sa consommation appareil par appareil en temps réel, et cela à distance, que ce soit pour le consommateur ou pour le fournisseur et favorise les offres de facturation avec des couts horaires différenciés. Il développe également des fonctionnalités liées à l'EE et la gestion de la pointe.<sup>175</sup> En somme, il s'agit d'un système d'information interactif.

« Les compteurs intelligents peuvent être programmés de telle sorte que seule l'énergie consommée par le réseau de distribution soit facturée, tandis que l'énergie consommée par les



**Figure 205 :** Un modèle architectural d'un compteur d'énergie conventionnel et d'un smart meter  
**Source :** (Soma Shekara Sreenadh Reddy Depuru, Lingfeng Wang, Vijay Devabhaktuni ans Nikhil Gudi. 2011)

<sup>174</sup> Soma Shekara Sreenadh Reddy Depuru, Lingfeng Wang, Vijay Devabhaktuni ans Nikhil Gudi. 2011. *Smart Meters for Power Grid – Challenges, Issues, Advantages and Status*. [ Article scientifique ] s.l. : IEEE, 2011. Consulté 11-11-2019

<sup>175</sup> Vandromme, Dany. 2015. *État de l'art sur les fonctionnalités et le déploiement des compteurs intelligents (eau, gaz et électricité)*. [Projet de Physique P6 STPI/P6/] France : INSA de Rouen, 2015.26-12-2019

*sources de production décentralisées ou les périphériques de stockage appartenant aux clients ne sont pas facturés* ». <sup>176</sup>

Selon Willem Strabbing : « *L'installation des compteurs intelligents fait partie intégrante de la migration vers les réseaux intelligents* ». « *Avec l'introduction d'une production d'électricité durable, dynamique, et difficile à prévoir, le système d'approvisionnement en énergie doit évoluer. Les compteurs intelligents constituent les « yeux » du système et, par leur intermédiaire, la production et la consommation d'énergie peuvent être surveillées et maîtrisées.* » <sup>177</sup>

Selon une intention de déploiement de smart meters à grande échelle effectuée en Grande-Bretagne, plusieurs configurations de smart meters sont en test à savoir : <sup>178</sup>

- Des smart meters qui affichent visuellement à distance des informations de consommation et de coût de l'énergie utilisée pour l'électricité et le gaz.
- Des smart meters qui informent la consommation quotidienne disponibles sur Internet
- Des smart meters qui informent la consommation quotidienne envoyées à la télévision des ménages
- Des smart meters reliés à des unités de contrôle de la chaleur qui permettent aux clients de contrôler leur chaudière via un panneau mural tout en ayant accès à des données précises sur la consommation d'électricité et de gaz
- Des smart meters avec une alarme qui avertit l'utilisateur de certains niveaux de consommation d'électricité (alarme de limitation de charge)
- Des smart meters avec un tarif de récompense d'économie d'énergie qui récompense l'utilisateur qui limite sa consommation d'énergie
- Des smart meters avec un tarif horaire qui récompense l'utilisateur s'il déplace sa consommation en heures creuses (par exemple en faisant fonctionner le lave-vaisselle pendant la nuit).

---

<sup>176</sup> Soma Shekara Sreenadh Reddy Depuru, Lingfeng Wang, Vijay Devabhaktuni and Nikhil Gudi. 2011. *Smart Meters for Power Grid – Challenges, Issues, Advantages and Status*. [ Article scientifique ] s.l. : IEEE, 2011. Consulté 11-11-2019

<sup>177</sup> Brenneis, Erik. 2018. gemalto a Thales company. *Les compteurs intelligents*. [En ligne] 03 Octobre 2018. [Citation : 01 11 2019.] <https://www.gemalto.com/france/iot/inspiration/compteurs-intelligents>.

<sup>178</sup> 2009-2010. ofgem. *ENERGY DEMAND RESEARCH PROJECT*. [En ligne] Mars 2009-2010. [Citation : 26 11 2019.] <https://www.ofgem.gov.uk/gas/retail-market/metering/transition-smart-meters/energy-demand-research-project>.

Pour conclure, le smart meter représente un appareil numérique, précis de haute fonctionnalités, de contrôle et de relevé ainsi que de détecte de fraude.

On peut distinguer une variété de smart meters qui se diffèrent selon des facteurs et dont on cite :

**1. Des smart meters multiprises** qui sont les plus utilisés principalement et qui permettent de

- Surveiller et de contrôler les appareils des clients.
- Fournir des données, l'identité et la localisation des appareils ménagers en fonctionnement.
- Contrôler la demande de charge maximale pendant les pics de charge et réagissent en déconnectant l'alimentation en cas de dépassement du seuil.

2. C. Claudio et R. Emilia ont proposé **un smart meter de distorsion harmonique** totale (THD) qui surveille la qualité de l'énergie fournie par le réseau et évalue le THD. En particulier, lorsque le réseau de distribution est intégré à des éoliennes, lorsqu'il y aura des pics subits ou une déconnexion soudaine d'une unité de production ou à une charge importante peut modifier la fréquence d'alimentation.<sup>179</sup>

En plus de cela, il existe un système de carte à puces prépayées qui diminue les erreurs de facturation et dont elle peut être achetée en fonction de la charge du consommateur et elle peut être rechargée après consommation de la quantité d'énergie prépayée.<sup>180</sup>

De plus, plusieurs lois ont été introduites dans le cadre du smart metering visant l'implication de tous les acteurs à savoir les consommateurs, les entreprises de distribution d'énergie, etc. Ces lois ont traité de :

- L'importance de protéger la vie privée des consommateurs
- Le droit du consommateur d'obtenir des informations complètes sur sa consommation d'énergie et les coûts correspondants, grâce aux smart meters, à des factures claires et au changement facile de fournisseur
- La confidentialité des données de consommation, sauf si consentement de la personne

---

<sup>179</sup> Soma Shekara Sreenadh Reddy Depuru, Lingfeng Wang, Vijay Devabhaktuni ans Nikhil Gudi. 2011. *Smart Meters for Power Grid – Challenges, Issues, Advantages and Status*. [ Article scientifique ] s.l. : IEEE, 2011. Consulté 11-11-2019

<sup>180</sup> IDEM (Soma Shekara Sreenadh Reddy Depuru, Lingfeng Wang, Vijay Devabhaktuni ans Nikhil Gudi. 2011)

- L'avantage des smart meters fournissant en temps réel une information lisible et transparente sur la consommation d'énergie, sans coûts supplémentaires.<sup>181</sup>
- L'ouverture à la concurrence du marché du comptage ;
- L'adaptation des systèmes de smart metering généralisés sans obligation directe ;<sup>182</sup>
- La Directive sur l'efficacité énergétique ;
- La Directive sur les instruments de mesures.<sup>183</sup>

## 2. Smart meter, technologie clé des réseaux intelligents : son fonctionnement

Les smart meters ont un composant de communication important qui rapporte des mesures sur un réseau de données câblé ou sans fil ou même ils peuvent communiquer avec les appareils d'infrastructure environnants, en envoyant des signaux de tarification en temps réel aux consommateurs d'énergie finaux et ils permettent d'agir sur les appareils en les éteignant à distance dans les cas de dépassement de seuil et informer le service public en cas des pannes. Ils sont plus améliorés grâce aux progrès de la technologie à semi-conducteurs, des microprocesseurs et de l'infrastructure de communication. Le smart meter est constitué d'un microcontrôleur et un traitement numérique du signal pour le calcul de paramètres électriques supplémentaires, on peut trouver aussi des circuits de communication qui lui permettent de transmettre et de recevoir des informations via le réseau. Contrairement aux compteurs traditionnels qui se caractérisaient par des propriétés électromécaniques, qui reposent sur des principes d'induction pour déterminer la consommation d'énergie.<sup>184</sup>

Les données dans les smart grids sont envoyées par le biais de compteurs aux têtes de réseau à l'aide de moyens de communication à faible débit tels que le protocole G3-CPL. Par la suite, elles seront envoyées au MDM ou elles seront stockées, qui assure lui-même le nettoyage,

---

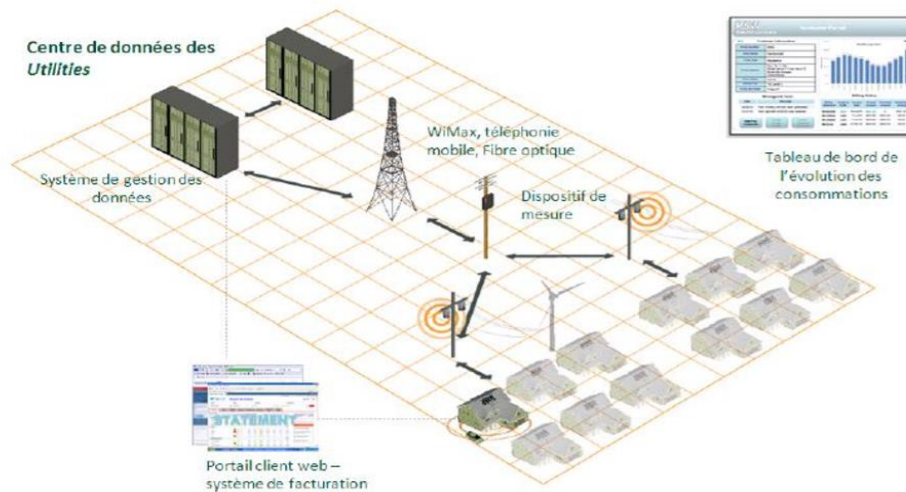
<sup>181</sup> **Québec, G. d. (2017, août 18).** LA VILLE INTELLIGENTE AU SERVICE DU BIEN COMMUN Lignes directrices pour allier l'éthique au numérique dans les municipalités au Québec. Québec, COMMISSION DE L'ÉTHIQUE EN SCIENCE ET EN TECHNOLOGIE, Canada. Consulté le 09-11-2019

<sup>182</sup> **Pol-Hervé Floch, H. S.-S. (28 février 2011).** *Étude économique à long terme pour la mise en place de compteurs intelligents dans les réseaux électriques et gaziers, Rapport final, Version 1.1 préparé par le Ministère de l'Économie et du Commerce Extérieur du Luxembourg.* Luxembourg: Schwartz and Co.

<sup>183</sup> **BELGIUM, E. C. (27 June 2019).** *BENCHMARKING SMART METERING DEPLOYMENT IN THE EU-28.* Belgique: Tractebel Impact BELGIUM S.A. engie. Consulté le 10-01-2020

<sup>184</sup> **Yuvraj Agarwal, Thomas Weng and Rajesh K. Gupta.** *Micro-Systems Driving Smart Energy Metering in Smart Grids.* [Article ] San Diego : Department of Computer Science and Engineering UC San Diego, La Jolla, CA USA. Consulté 25-12-2019

le stockage et l'accès et le traitement des données.<sup>185</sup> Des données générées par le réseau de smart meters nécessitent d'être protégées pour des raisons de confidentialité et de sécurité



**Figure 216 :** Principe de fonctionnement d'un système de comptage intelligent et principaux outils associés

**Source :** (BENAOUADJ Mahdi. Juin 2016).

intégrée au début du réseau, plutôt que de le moderniser ultérieurement à un coût plus élevé. Une sécurité supplémentaire au niveau du système est fournie par des modules informatiques fiables et des efforts similaires, tandis que la sécurité au niveau de la communication pourra être fournie par de nouveaux schémas de cryptage et protocoles de sécurité.<sup>186</sup>

Les smart meters, enregistrent selon un protocole défini dans leur mémoire la puissance électrique prélevée et les quantités de consommation en différents moment. Par la suite, ils transmettent électroniquement ces données aux gestionnaire de réseau qui eux même contrôlent et vérifient ces données à distance, ou bien aux consommateurs. En cas des tentatives des fraudes ou des dommages ou pannes, les smart meters envoient des alarmes aux gestionnaires de réseau.<sup>187</sup>

Des lors, le smart meter est un nouveau dispositif de comptage automatique qui répond à un problématique s'inscrit dans le cadre de la transition énergétique et il contribue à garantir une énergie économe et efficace et à changer les comportements énergivores.

<sup>185</sup> **Houssem Chihoub, Christine Collet. Aout 2016.** *A Scalability Comparison Study of Data Management Approaches for Smart Metering Systems*. United States : Hal, archives-ouvertes.fr, Aout 2016. hal-01585352.

<sup>186</sup> **Yuvraj Agarwal, Thomas Weng and Rajesh K. Gupta.** *Micro-Systems Driving Smart Energy Metering in Smart Grids*. [Article ] San Diego : Department of Computer Science and Engineering UC San Diego, La Jolla, CA USA. Consulté 25-12-2019

<sup>187</sup> **energuide.be.** *Qu'est-ce qu'un compteur intelligent ?* [En ligne] © 2020 Sibelga. [Citation : 01 11 2019.] <https://www.energuide.be/fr/questions-reponses/quest-ce-quun-compteur-intelligent/126/>.

### 3. La mise en place des Smart meters au service de la transition énergétique

Aujourd'hui, presque tous les pays européens ont démarré un déploiement du smart meter. Il représente un objet indispensable de la transition énergétique et participe fondamentalement dans la mise en œuvre de politiques d'efficacité énergétique.

En effet, les smart meters permettent le remplacement du nucléaire par les EnR, ils adoptent la production décentralisée et des pompes à chaleur, ils gèrent mieux les pics de consommation et participent dans la réduction des émissions de GES et ils favorisent la participation active des consommateurs en leur permettant d'accéder à leurs données de consommation pour qu'ils puissent la contrôler et garantir des offres tarifaires flexibles.<sup>188</sup>

De plus, en 2009 selon la politique européenne axée sur le développement durable, la Commission européenne s'est fixé pour objectif de faire en sorte qu'avant 2020, 80% des ménages européens adoptent des smart meters électriques et deviendront 100% d'ici 2022. Pour le cas la France, il y a eu un engagement d'un programme national dans ce sens qui vise la durabilité et le changement en termes de production d'énergie, par le biais de la « gestion de la demande » (DSM). Malgré cela, divers obstacles ont ralenti l'adoption de ce changement et principalement la manière dont les systèmes d'alimentation électrique sont conçus. Ces obstacles peuvent être associés à des problèmes opérationnels, des problèmes technologiques et au cycle d'innovation lent existant dans le secteur de l'électricité.<sup>189</sup>

Il existe une large variété de smart meters se différenciant principalement au niveau de leur mode de transmission des informations et de la présence ou non de concentrateurs de données

---

<sup>188</sup> **energuide.be.** *Qu'est-ce qu'un compteur intelligent ?* [En ligne] © 2020 Sibelga. [Citation : 01 11 2019.] <https://www.energuide.be/fr/questions-reponses/quest-ce-quun-compteur-intelligent/126/>.

<sup>189</sup> **Raquel Bertoldo, Marc Poumadère, Luis Carlos Rodrigues Jr.** 2015 . *When meters start to talk: The public's encounter with smart meters in France* . [Document scientifique] France : Energy Research & Social Science, Elsevier, 2015 . 10.1016.

#### 4. Acteurs de smart meters (marché de l'électricité)

Il est à mentionner que les différents types de parties prenantes qui interviennent dans la chaîne du réseau intelligent représente les mêmes acteurs du smart meter.<sup>190</sup> Ces acteurs se découlent dans une logique de top-down et qui sont : <sup>191</sup>

- **Niveau politique :** Règlements, directives et institutions qui donnent un essor favorable au CI ;
- **Pouvoirs publics :** Les pouvoirs publics sont sous la pression de différentes directives concernant la libéralisation, la sécurité d'approvisionnement électrique et la protection de la vie privée des consommateurs, d'efficacité énergétique, ainsi que le traité de Kyoto pour la réduction des émissions de gaz à effets de serre décrits ci-dessus ;
- **Régulateurs :** Les régulateurs sont en charge des recommandations et des prévisions en matière d'approvisionnement et de dépendance énergétique, d'établir la planification des centrales et de proposer une tarification équitable. Ils veillent au bon fonctionnement du monde régulé (essentiellement les gestionnaires de réseaux) et du marché libéralisé ;
- **Fournisseurs de compteurs/ fabricants des CI ;**
- **Consommateurs / usagers ;**
- **Producteurs d'électricité** qui sont moins concernés par rapport aux micro-producteurs domestiques (photovoltaïque et cogénération) qui vendent actuellement l'électricité produite au même prix que l'électricité achetée ;
- **Réseaux de transport** (gestionnaires GRT) qui permettent d'assurer l'équilibre entre les injections et les prélèvements d'électricité facilités par le biais de CI ;
- **Réseaux de distribution** (gestionnaire GRD) qui effectuent les relevés et procèdent aux ouvertures, fermetures et renforcement des compteurs, et d'assurer aux ménages la possibilité de changer de fournisseur ;

---

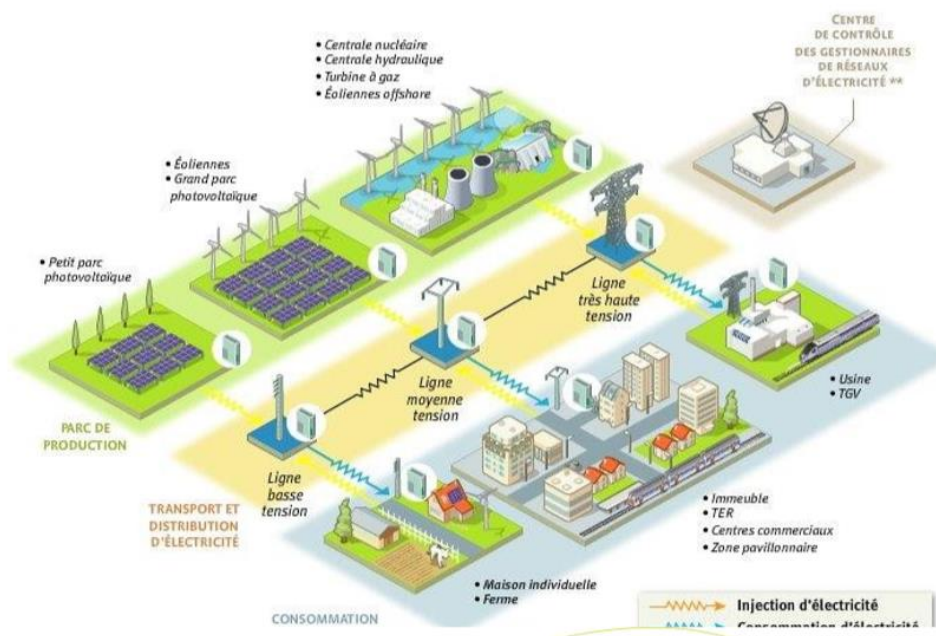
<sup>190</sup> Laurence Hauttekeete, Jeroen Stragier, Wouter Haerick and Lieven De Marez. February 12 2010. *Smart, smarter, smartest...the consumer meets the smart electrical grid*. [Manuscript received ] France : 2010 IEEE, February 12 2010. 11-11-2019

<sup>191</sup> Frédéric, Klöpfert. 2007-2008. *L'apport des compteurs intelligents à une consommation plus durable de l'électricité*, . [Master en Sciences et Gestion de l'Environnement] Bruxelles : Université Libre de Bruxelles Institut de Gestion de L'environnement et Aménagement du Territoire Faculté des Sciences , 2007-2008.

- **Fournisseurs d'électricité/ d'énergie** représentent des grossistes et vendeurs d'énergie au détail en élaborant des contrats d'achat avec les producteurs et de fourniture aux ménages.<sup>192</sup>

Vu que le compteur d'inscrit dans une vision de développement durable, il est nécessaire d'ajouter les parties vertes et les associations environnementales.

L'intelligence du tout réseau réside dans la collaboration et l'interaction souple de différents acteurs de la chaîne électrique afin de garantir une fourniture d'électricité efficace, durable et sécurisée.



**Figure 22 :** Fonctionnement de smart meters dans l'ensemble  
Source : (Vandromme, Dany. 2015)

## 5. Smart meters entre avantages et inconvénients : apports

L'installation de ce nouveau dispositif renverra des bénéfices aux consommateurs mais aussi aux gestionnaires des réseaux de distribution, et qui sont comme suit :

- Améliorer les pratiques professionnelles par les données fournies détaillées et précises sur les habitudes de consommation ;

<sup>192</sup> Frédéric Klopfert et Grégoire Wallenborn. 2010. « Les « compteurs intelligents » sont-ils conçus pour économiser de l'énergie ? » le développement durable à l'épreuve des Tic, mis en ligne le 28 avril 2018, consulté le 30 o. *terminal Technologie de l'information, culture et société*. OpenEdition, 2010, Vol. 2<sup>ème</sup> partie, 106-107.

- Le contrôle à distance (que ce soit pour le relevé des données, la réduction de puissance ou encore la coupure par le gestionnaire du réseau de distribution) ;
- Lecture des informations de consommation d'énergie relevée régulièrement en temps réel et la transmettre au consommateur à travers des rapports envoyés et stocké les valeurs sous forme numérique ;
- La réduction des émissions de CO<sub>2</sub> tout en maîtrisant et en canalisant la demande croissante d'énergie ;
- Le développement rapide des EnR dont la production d'électricité crée des tensions sur les réseaux ;<sup>193</sup>
- L'utilisation des EnR qui permettra d'assurer des économies environnementales qui seront affichées sur les smart meters et qui encouragera les clients à l'investissement dans les EnR ;<sup>194</sup>
- Veiller à assurer la sécurité des données des consommateurs ;
- Contrôle et surveillance de tous les appareils ménages et du système d'alimentation ;
- La collecte des informations de diagnostic sur le réseau de distribution et les appareils ménagers et communiquer avec d'autres compteurs à leur porté ;
- Adoption des sources de production décentralisées et des dispositifs de stockage d'énergie ;
- Pouvoir limiter la consommation et établir des pénalités et fermer l'alimentation électrique à tout moment à distance ;
- Gérer la demande d'électricité de manière plus efficace et suggérer aux consommateurs les bonnes méthodes pour l'utilisation de leurs appareils et pour économiser de l'énergie (changement des comportements des consommateurs) ;
- Contrôler des pannes et les pertes, les signaler immédiatement aux consommateurs et participer à les minimiser ;
- Introduire de nouveaux systèmes tarifaires ;
- Détecter les consommations non autorisées et les vols d'électricité (falsification) en vue d'améliorer l'efficacité de la distribution et la qualité de l'énergie ;

---

<sup>193</sup> **2009-2010.** ofgem. *ENERGY DEMAND RESEARCH PROJECT*. [En ligne] Mars 2009-2010. [Citation : 26 11 2019.] <https://www.ofgem.gov.uk/gas/retail-market/metering/transition-smart-meters/energy-demand-research-project>.

<sup>194</sup> **Soma Shekara Sreenadh Reddy Depuru, Lingfeng Wang, Vijay Devabhaktuni ans Nikhil Gudi. 2011.** *Smart Meters for Power Grid – Challenges, Issues, Advantages and Status*. [ Article scientifique ] s.l. : IEEE, 2011 11-11-2019

- Ils peuvent être programmés pour établir un calendrier de fonctionnement des appareils ménagers.

En particulier les smart meters dans les **micro-réseaux**, peuvent effectuer une répartition des coûts énergétiques, une analyse des défaillances, un contrôle de la demande et une analyse de la qualité de l'énergie.<sup>195</sup>

Certes il est difficile de définir et d'évaluer les avantages du comptage intelligent par manque de données historique, mais son avenir est dépendant des politiques des entreprises de services publics et des gouvernements respectifs.<sup>196</sup>

Quant à leurs défis, les smart meters constituent l'élément central du développement de la société interconnectée (smart cities, smart grids, smart buildings...), mais leur mise en œuvre constitue une crainte pour les consommateurs. Ils restent méfiants vis-à-vis l'adaptation de cette initiative technologique par ce qu'elle menace la liberté et les données personnelles et leurs surveillent.<sup>197</sup> De plus, ils sont situés dans des environnements ouverts et peu sûrs et ont besoins d'un abri approprié pour assurer leur sécurité physique.<sup>198</sup>

- La possibilité de pilotage à distance par les fournisseurs d'énergie permet le contrôle et la surveillance des pratiques des consommateurs sans ayant droit à intervenir ou interagir ;
- Perte de confort qui est induit par l'exigence des baisses de températures et à des contraintes dans l'utilisation de certains appareils au moment de surconsommation ;
- Mise en danger sanitaire dû à l'utilisation des ondes radios pour transmettre les données ;
- Paramètres financiers dû au cout du dispositif et de son entretien ;<sup>199</sup>

---

<sup>195</sup> Soma Shekara Sreenadh Reddy Depuru, Lingfeng Wang, Vijay Devabhaktuni ans Nikhil Gudi. 2011. *Smart Meters for Power Grid – Challenges, Issues, Advantages and Status* . [ Article scientifique ] s.l. : IEEE, 2011 11-11-2019

<sup>196</sup> IDEM (Soma Shekara Sreenadh Reddy Depuru, Lingfeng Wang, Vijay Devabhaktuni ans Nikhil Gudi. 2011)

<sup>197</sup> Zélem, Marie-Christine. 2015. *Les smart meters peuvent-ils contribuer à infléchir les usages domestiques vers plus de sobriété?* . France : HAL, archives-ouvertes.fr, 2015. hal-01763207.

<sup>198</sup> Soma Shekara Sreenadh Reddy Depuru, Lingfeng Wang, Vijay Devabhaktuni ans Nikhil Gudi. 2011. *Smart Meters for Power Grid – Challenges, Issues, Advantages and Status* . [ Article scientifique ] s.l. : IEEE, 2011 11-11-2019

<sup>199</sup> Zélem, Marie-Christine. 2015. *Les smart meters peuvent-ils contribuer à infléchir les usages domestiques vers plus de sobriété?* . France : HAL, archives-ouvertes.fr, 2015. hal-01763207.

- Le nombre croissant de consommateur (client) induit une complication en terme d'intégration des appareils ;
- Inciter les consommateurs à économiser l'énergie freinera la vente de l'électricité par les entreprises de services publiques (cas des Etats-Unis) ;
- Les difficultés terrestres qui pourront engendrer des difficultés dans le déploiement du réseau de communication ;
- L'interruption des smart meters qui peut-être causer par l'absence d'infrastructure appropriée pour la synchronisation de cette nouvelle technologie avec celle existante ;
- La collecte et la transmission des données sur la consommation d'énergie sont un processus continu qui se fait automatiquement certes, mais ils représentent un travail fatiguant et couteux
- Détection de problèmes techniques lors de la transmission ou la collecte des données (erreurs) ;
- Discontinuité dans le transfert des données/ pannes des câbles électriques ;
- Des risques de la confidentialité et la sécurité lors de la transmission des données et des signaux, car ceci va révéler les comportements des consommateurs (défis technologiques) ;<sup>200</sup>
- L'absence de normes universelles utilisée par tous les services publics et acteurs dans ce domaine, mais plutôt sont souvent propriétaires, adoptés par différentes sociétés.<sup>201</sup>

## 6. La relève de la consommation électrique au sein du logement « télé-relève »

La relève de la consommation est automatisée grâce à un réseau de capteurs qui sont installés chez le particulier permettant la transmission des valeurs relevés par les indices des compteurs entre 1 fois par jour et 4 fois par heure à la passerelle. La période de ces transmissions varie entre une journée et un quart d'heure pour des tailles de trame de données d'une dizaine d'octets (période d'un quart d'heure) à un millier d'octets (période d'une journée). Pour une

---

<sup>200</sup> Soma Shekara Sreenadh Reddy Depuru, Lingfeng Wang, Vijay Devabhaktuni and Nikhil Gudi. 2011. *Smart Meters for Power Grid – Challenges, Issues, Advantages and Status*. [ Article scientifique ] s.l. : IEEE, 2011. Consulté 11-11-2019

<sup>201</sup> Yuvraj Agarwal, Thomas Weng and Rajesh K. Gupta. *Micro-Systems Driving Smart Energy Metering in Smart Grids*. [Article ] San Diego : Department of Computer Science and Engineering UC San Diego, La Jolla, CA USA. Consulté 25-12-2019

telle application, on peut accepter un taux de perte de l'ordre de 1% et le délai de livraison est peu contraint (de l'ordre de la période de relève).<sup>202</sup>

**a. Contexte de la relève de la consommation électrique :**

Selon le rapport GIEC, 2014, il y a eu une prise de conscience de la part des responsables en ce qui concerne l'impact humain sur l'environnement, d'où on signale que la relève de la consommation électrique s'intègre à ce contexte. Cette dernière représente un processus qui consiste à relever la consommation au compteur pour rédiger une facture.<sup>203</sup>

Le smart meter communicant à distance vient impliquer le consommateur dans la gestion de sa consommation par l'envoi des données de cette dernière. Ces données s'inscrivent dans un cycle de l'énergie globale partant de la production de l'énergie à la consommation. Ces données sont manipulables et traitables par le biais des technologies de l'IoT, arrivées aux dernières années, et qui offrent une meilleure connaissance de l'état actuel de la consommation.<sup>204</sup>

**b. Évolution de la relève de la consommation électrique d'un logement**

La relève de la consommation a connu une évolution selon des étapes à partir de la relève manuelle jusqu'à la relève électronique, et qui sont :<sup>205</sup>

**1. Niveau 0 : Primitif**

Le niveau 0, Primitif, correspond à l'absence de technologie IoT dans la relève de consommation électrique. Il s'agit d'une relève qui se concentre principalement sur le déplacement d'un technicien au domicile afin de noter manuellement la consommation de chaque compteur directement par papier et la traiter par la suite. C'est une intervention humaine d'où la gestion de la donnée se renvoie à l'humain. De plus, les données récoltées des

---

<sup>202</sup> **Mouadh, BALI. 2015/2016. MODELISATION D'UN SYSTEME DE MONITORING TEMPS REEL D'UN RESEAU DE CAPTEURS SANS FIL.** [diplôme de Magistère] BEJAIA : Université A. MIRA-BEJAIA, Faculté des Sciences Exactes , 2015/2016. Consulté 29-11-2019

<sup>203</sup> **KATUNDI, ERIND. MAI 2018. COÉVOLUTION DES VILLES INTELLIGENTES ET L'INTERNET DES, OBJETS : CAS DE LA VILLE DE MONTREAL.** [MÉMOIRE] MONTREAL : UNNERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL, MAI 2018. Consulté 29-11-2019

<sup>204</sup> IDEM (KATUNDI, ERIND. MAI 2018)

<sup>205</sup> IDEM (KATUNDI, ERIND. MAI 2018)

techniciens sont physiques et statique car elles sont écrites non manipulable et exacte juste au moment de la relève. La mise à jour des relevés se fait soit mensuel, trimestriel ou annuel selon les politiques des gestionnaires.<sup>206</sup>



**Figure 237** :Relève de compteur électromécanique  
Source : (KATUNDI, ERIND. MAI 2018)

## 2. Niveau 1 : Digitalisation

Afin de diminuer les risques d'erreur de la collecte des données de la consommation, il y a eu l'introduction de compteurs numérique qui permettent au technicien de noter la consommation sur papier ou sur un terminal mobile directement ou en push à proximité des compteurs (sur le compteur) afin de l'analyser par la suite. Une facturation de consommation électrique est due à la création d'une donnée de consommation en kWh lors des visites des domiciles, mais les données produites sont de type statique et exact uniquement au moment de la relève à un instant T. En ce qui concerne la mise à jour de la relève, elle se fait aussi selon la politique du gestionnaire du réseau.<sup>207</sup>

---

<sup>206</sup> KATUNDI, ERIND. MAI 2018. *COÉVOLUTION DES VILLES INTELLIGENTES ET L'INTERNET DES OBJETS : CAS DE LA VILLE DE MONTREAL*. [MÉMOIRE] MONTREAL : UNNERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL, MAI 2018. Consulté 29-11-2019

<sup>207</sup> IDEM (KATUNDI, ERIND. MAI 2018)

Cette installation fait introduire l'IoT pas trop utilement mais juste à travers la mesure de la consommation et l'affichage numérique.<sup>208</sup>



**Figure 24 :** Affichage digitale de la consommation  
**Source :** (KATUNDI, ERIND. MAI 2018)

### 3. Niveau 2 : Automatisation

C'est à partir de ce niveau que la transmission à distance des données de consommation est introduite, les données sont enregistrées par les compteurs vers un terminal mobile. Cela correspond à l'AMR qui se définit par un « system where aggregated kWh usage, and in some cases demand, is retrieved via an automatic means such as a drive-by vehicle or walk-by handheld system » (Demand Response and Advanced Metering Coalition).<sup>209</sup>

Ce dispositif permet de faire intervenir toujours un technicien mais qui est équipé par un lecteur capable de communiquer de courte à moyenne distance avec les compteurs électriques de chaque logement. L'intervention humaine se fait principalement pour enchaîner le transfert de la donnée de consommation qui peut se faire en drive-by ou walk-by et elle doit être à proximité du compteur. Les données récoltées sont de type digital et statique représentant

<sup>208</sup> KATUNDI, ERIND. MAI 2018. *COÉVOLUTION DES VILLES INTELLIGENTES ET L'INTERNET DES OBJETS : CAS DE LA VILLE DE MONTREAL*. [MÉMOIRE] MONTREAL : UNNERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL, MAI 2018. Consulté 29-11-2019

<sup>209</sup> IDEM (KATUNDI, ERIND. MAI 2018)

la consommation en kWh au moment de la relève, et elles sont relevées selon des périodes qui dépendent des politiques des gestionnaires des réseaux d'électricité.<sup>210</sup>

Le transfert des données de consommation stockées dans le compteur numérique sans contact se base essentiellement sur les technologies de l'IoT, notamment la gestion de la donnée (traitement, analyse et facturation). La qualité de ces derniers est basse avec une consommation en kWh utilisé uniquement pour la facturation mais avec moins d'erreurs.<sup>211</sup>

#### 4. Niveau 3 : Dynamique

La relève effectuée à ce niveau permet la mise à jour en temps réel de la consommation électrique d'un logement. Cela correspond à l'AMI qui se définit par un « metering system that records customer consumption hourly or more frequently and that provides for daily or more frequent transmittal of measurements over a communication network to a central collection point » (Federal Energy Regulatory Committee).<sup>212</sup>

Ce niveau de relève ne fait plus intervenir l'humain, c'est plutôt une facturation automatique. D'où les données récoltées de la consommation sont de type de sous-forme digitale et dynamique et envoyées en temps réel. Ce n'est plus un déplacement aux domiciles, c'est un accès à l'information qui est fait en opt-out actif, tout en ayant l'autorisation de la part des usagers.

Ce type de relevé utilise principalement les technologies de l'IoT en faisant des captures de données de la consommation complémentaires autres que la consommation du moment en kWh. Quant à la gestion de la donnée via l'IoT, elle concerne tout le cycle de la capture à la production de rapport de consommation. La transmission des données se fait à longue distance par l'IoT, et leur qualité est plus élevée (qualité des données fournis par AMI) et en temps réel. Prenant le cas de la France, nous retrouvons les smart meters Linky (EDF). Il permet l'automatisation totale de la facturation.<sup>213</sup>

---

<sup>210</sup> KATUNDI, ERIND. MAI 2018. *COÉVOLUTION DES VILLES INTELLIGENTES ET L'INTERNET DES OBJETS : CAS DE LA VILLE DE MONTREAL*. [MÉMOIRE] MONTREAL : UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL, MAI 2018.

<sup>211</sup> IDEM (KATUNDI, ERIND. MAI 2018)

<sup>212</sup> IDEM (KATUNDI, ERIND. MAI 2018)

<sup>213</sup> IDEM (KATUNDI, ERIND. MAI 2018)

Le dispositif fonctionne comme suit : enregistrement du relevé de la consommation par le compteur puis de cette dernière vers le distributeur qui permet le transfert au fournisseur et c'est ce dernier qui établira la facture avec les détails de consommation électrique.<sup>214</sup>

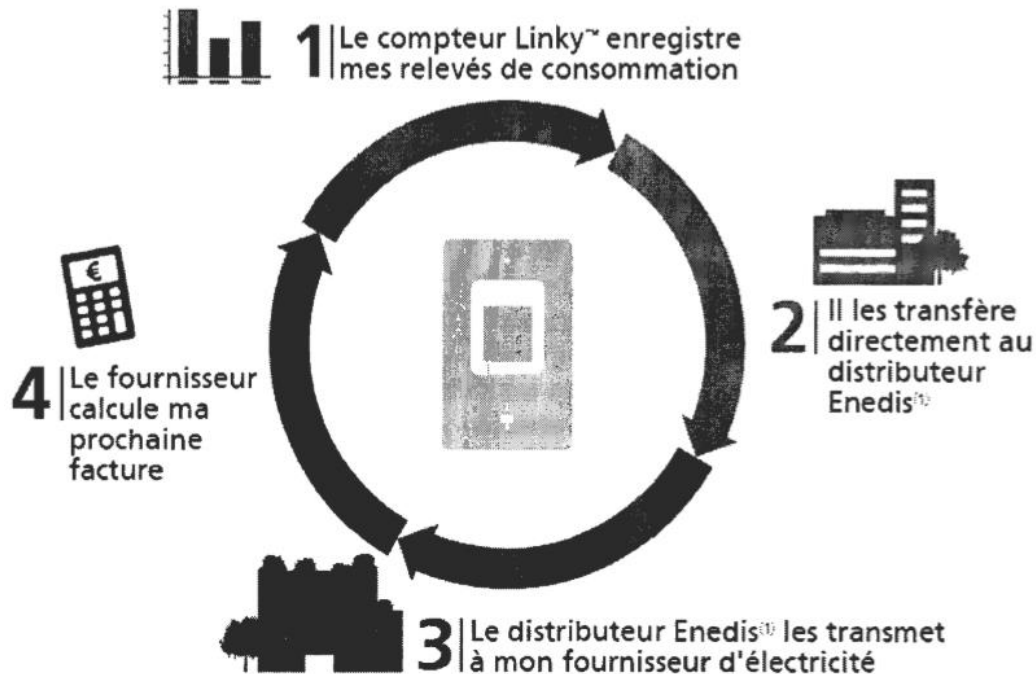


Figure 25 : Fonctionnement du dispositif Linky (EDF)

Source : (KATUNDI, ERIND. MAI 2018)

## 5. Niveau 4 : Optimisation

En dernier lieu, il s'agit de faire correspondre l'intégration de la relève de consommation à la gestion globale de l'approvisionnement énergétique : Le Smart Grid favorise une optimisation de la production, la distribution et de la consommation de l'énergie. Cette étape représente la Troisième Révolution Industrielle par Rifkin (2011), « *le Smart Grid demeure encore un idéal à atteindre* ». <sup>215</sup>

Ce niveau représentant le Smart Grid, éloigne l'individu de toute action dans l'exploitation des smart meters. Ce système de Smart Grid est autorégulateur, fournissant des

<sup>214</sup> KATUNDI, ERIND. MAI 2018. *COÉVOLUTION DES VILLES INTELLIGENTES ET L'INTERNET DES OBJETS : CAS DE LA VILLE DE MONTREAL*. [MÉMOIRE] MONTREAL : UNNERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL, MAI 2018.

<sup>215</sup> IDEM (KATUNDI, ERIND. MAI 2018)

données en temps réel accessible à distance soit avec les smart meters communicants avec le gestionnaire du réseau mais aussi avec les appareils électroniques d'un logement.<sup>216</sup>

Ce type de compteur fait partie d'une chaîne énergétique, et il s'interagit avec les appareils du logement et les outils de production d'énergie afin d'optimiser la production et la consommation d'énergie et d'assurer l'équilibre de ces dernières. Cette gestion est garantie par le biais des technologies de l'information avec la possibilité de déclencher des actions à la fin sans impliquer l'homme.

Les craintes en termes d'adoption de ce système résident dans la complexité de la communication de tous ces éléments importants (multitude de capteurs) tout au long du cycle de l'énergie : production, transport, consommation, recyclage.<sup>217</sup>

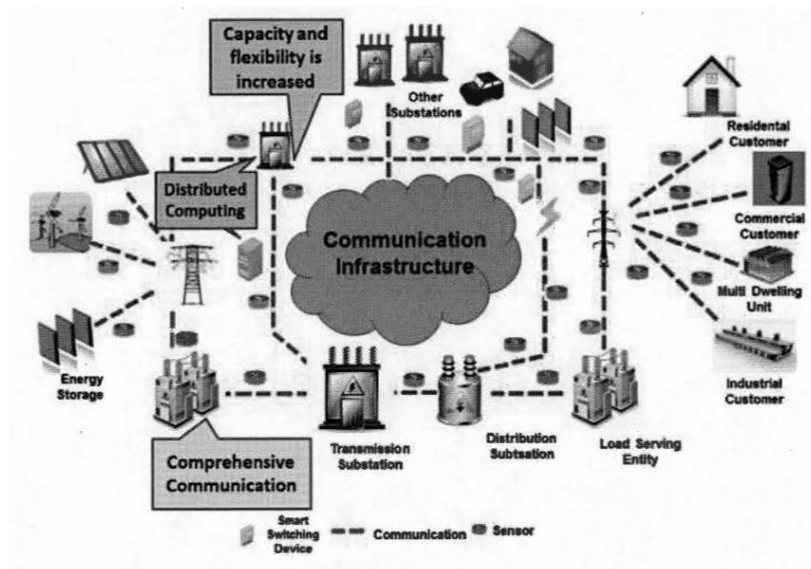


Figure 26 : Architecture de Smart Grid (Gungor et al., 2011 p.2)  
Source : (KATUNDI, ERIND. MAI 2018)

Grace aux IoT, la relève de la consommation électrique d'un logement a connu une évolution remarquable, d'où la communication à distance est interprétée par l'utilisation des smart meters qui sont dû à une prise de conscience globale avec le concept de Smart Grid.<sup>218</sup>

<sup>216</sup> KATUNDI, ERIND. MAI 2018. *COÉVOLUTION DES VILLES INTELLIGENTES ET L'INTERNET DES OBJETS : CAS DE LA VILLE DE MONTREAL*. [MÉMOIRE] MONTREAL : UNNERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL, MAI 2018.

<sup>217</sup> IDEM (KATUNDI, ERIND. MAI 2018)

<sup>218</sup> IDEM (KATUNDI, ERIND. MAI 2018)

## **Conclusion**

Dans ce chapitre, nous avons identifié les nouvelles fonctionnalités positives qu'apportent les smart meters. A titre d'exemple, ces derniers offrent un gain de temps, d'argent et une mesure de consommation réelle et exacte et notamment la réponse à une recherche d'économie et d'optimisation d'énergie et de nouvelles technologies et d'innovations. Cependant, nous avons pu faire ressortir certains problèmes liés particulièrement au souci d'intimité et de préservation de la vie privée.

En dernier lieu, il y a lieu de souligner que le consommateur représente un acteur fondamental dans l'adoption de cette nouvelle structure dans le secteur résidentiel dont il doit être impliqué afin de contrôler sa consommation et d'économiser l'énergie.

En somme, nous avons identifié l'importance des smart meters tout en mettant l'accent sur ce qu'ils pourront engendrés comme contraintes.

## **Conclusion de la deuxième partie**

Nous arrivons à la fin de la seconde partie de notre mémoire de recherche. Nous avons identifié l'importance de mettre en place les smart grids et les smart meters dans le secteur résidentiel tout en mettant en relief leur rôle dans la transition énergétique.

Nous avons constaté que ces nouveaux dispositifs nécessitent un lourd investissement et font appel à plusieurs acteurs de divers secteurs, notamment celui de l'énergie, de la télécommunication, de l'informatique, du bâtiment, etc. Nous avons remarqué également les divers obstacles et défis auxquels ils font face, mais qui peuvent être considéré comme « négligeables » devant les avantages qu'ils présentent.

Donc à travers cette partie, nous considérons avoir pu mettre en évidence l'importance de l'adoption des smart grids et smart meters afin d'assurer la transition énergétique dans le secteur résidentiel.

## **PARTIE III**

---

### **EVALUATION DE L'APPORT DE MISE EN ŒUVRE DES SMART METERS DANS LE SECTEUR RESIDENTIEL**

Dans la dernière partie de notre mémoire de recherche, nous procédons à l'analyse de plusieurs exemples de smart meters de divers pays étrangers afin d'identifier leurs objectifs pour l'installation des smart meters. Nous sélectionnerons quelques projets étrangers intéressants afin de les étudier en détails, ce qui nous permettra par la suite de mettre en relief les stratégies de mise en œuvre des smart meters et d'élaborer ainsi une grille d'évaluation qui nous servira pour l'analyse de notre cas d'étude en Algérie.

En effet, une fois élaborée, la grille nous permettra d'examiner le cas de Diar el Bahri et d'y confronter les données récoltées lors de l'étude empirique.

# **CHAPITRE 5 : DE LA DIVERSITE DES STRATEGIES DE COMPTAGE INTELLIGENT « SMART METERING »**

## **Introduction**

Dans ce cinquième chapitre, nous examinons la stratégie de smart metering qui est devenu le point d'accès dominant du processus de réseau intelligent. C'est une approche qui a vu le jour au cours des deux dernières décennies et qui s'est vite propagée dans de nombreux pays du monde. Aujourd'hui, elle représente un axe important de recherches et d'expérimentation. L'analyse que nous effectuons dans ce chapitre permet de bien cibler la manière dont ils sont installés et adoptés ainsi que le contexte d'émergence et de déploiement.

Nous visons à travers cette phase, en premier lieu, la mise en correspondance des différentes stratégies, notions et concepts théoriques discutées dans les deux dernières parties de notre mémoire de de recherche. De plus, nous faisons ressortir les objectifs fixés par les pays qui représentent des facteurs de réussite une fois ils seront atteints.

Ensuite, nous choisirons un nombre précis d'exemple, considérés comme étant les plus répondant aux objectifs et nous élaborons une grille d'analyse qui traite la mise en œuvre d'installation des compteurs et l'évaluation du projet pilote Diar el Bahri à Blida.

## 1. Benchmark de déploiement des smart meters

En Europe, l'installation des smart meters s'est propagée à grande échelle grâce à la demande de la directive européenne de 2009 pour impliquer les consommateurs dans l'économie d'électricité dont cette installation vise à garantir une meilleure information sur la consommation des clients finaux et une suppression des interventions physiques qui nécessitent le déplacement des techniciens et la présence du client. La directive favorise également la participation active des consommateurs.

Plusieurs pays ont investi dans le déploiement de ces derniers avec des chiffres et des actions importantes et en visant multiples objectifs complexes, c'est un véritable défi. Néanmoins, dans d'autres pays et à travers des projets pilotes, la décision d'adopter la stratégie des smart meters est toujours au cours de réflexion. C'est vrai ceci représente une préoccupation majeure de recherches et de démonstrations, mais se différencie selon le contexte de chaque pays, et dont chaque pays définit son propre type de compteur dans un cadre réglementaire spécifique.

En USA, le déploiement de ces derniers s'inscrit dans le cadre de la modernisation des réseaux et de la gestion à distance d'où ce type de compteur vient résoudre plusieurs problèmes qui se réfèrent à l'énergie. Il est vrai que plusieurs résultats se présentent à travers l'installation des smart meters. Mais ils ne sont pas tous précis ou exacts car ils représentent des estimations et des hypothèses.

Certains pays ont déjà atteint leurs objectifs et préparent une deuxième génération de déploiement des smart meters comme le cas de la Suède et l'Italie, d'autres pays visent à achever le déploiement avant 2020 comme le cas du Royaume-Uni, Pays-Bas. En plus de ces cas, il existe des pays qui ont opté pour un déploiement partiel en se basant sur une analyse coût/avantage de résultat négatif comme l'Allemagne, et d'autres qui se sont positionnés complètement contre ce déploiement à cause d'une analyse coût / avantage négative, comme le Portugal et la Belgique.<sup>219</sup>

### 1. L'Allemagne

L'Allemagne se projette dans la révolution énergétique en fixant un objectif pour 2020 d'utiliser de production énergétique 30% à partir des EnR. Il s'agit d'une transformation du

---

<sup>219</sup> Linky, C. e.-m. (4 décembre 2017). *ANALYSE DES IMPACTS DU COMPTEUR LINKY*. LOUVECIENNES: Commission extra-municipal Linky.

système électrique qui réussira avec l'adaptation de la demande à l'offre, c'est à travers cela, l'idée d'adopter le smart meter comme solution.<sup>220</sup>

Groupe VDN (Vents du Nord) mène des réflexions sur les modalités de mise en œuvre d'un système de comptage plus évolué que celui de la télé-relève qui semble peu d'actualité. En 2009, Alcatel-Lucent (la société multinationale française en télécoms des réseaux) et la compagnie d'électricité KELAG Netz ont installé des smart meters dans 550 foyers. Tout en cherchant à développer un système complet, Alcatel-Lucent s'est allié à l'opérateur Vodafone Germany et au fabricant de smart meters DIEHL Energy en collaboration avec Deutsche Telekom et l'établissement de test de smart meters dans 700 foyers de la ville allemande de Friedrichshafen.<sup>221</sup>

## 2. La Belgique

Entre l'État fédéral et les régions, les analyses technico-économiques relatives au déploiement généralisé des compteurs électriques évolués menées en Belgique ont été conduites par les trois régions : la région flamande, la région wallonne et la région de Bruxelles-Capitale. Comme le rapporte plusieurs description du projet, en tenant compte des paramètres de la région concernée (environnement économique, social, etc.), ces trois régions ont désigné leur régulateur régional pour veiller à la mise en œuvre de **l'évaluation technico-économique** demandée par l'Union européenne dans **la directive 2009/72/CE** du 13 juillet 2009 : le Vlaamse Regulator van de Elektriciteits – en Gasmarkt (VREG) pour la région flamande, la Commission wallonne pour l'énergie (CWaPE) pour la région wallonne et le Brugel pour la région de Bruxelles-Capitale. Un rapport de synthèse sur l'évaluation économique relative aux systèmes intelligents de mesure en Belgique était présenté à l'Union européenne par l'organisme de concertation entre l'État fédéral et les régions en matière énergétique « CONCERE/ENOVER ». Ce rapport a conclu que les « conditions exigeant la mise en œuvre de systèmes intelligents de mesure au moins chez 80 % des consommateurs à l'horizon 2020 ne sont pas rencontrées ». Une procédure de concertation structurelle a également été initiée

---

<sup>220</sup> Rob van Gerwen, Saskia Jaarsma and Rob Wilhite. July 2006. *Smart Metering*. [article scientifique] The Netherlands : KEMA, July 2006.

<sup>221</sup> Delrieu, Jacques Allard et Claudine. 2010. SMART GRIDS-CRE. *Les projets de compteurs évolués en Europe*. [En ligne] 30 Aout 2010. [Citation : 16 11 2019.] <http://www.smartgrids-cre.fr/index.php?p=compteurs-europe>.

entre le régulateur fédéral et les trois régulateurs régionaux dans le cadre du Forum des régulateurs belges (FORBEG).

Cependant, les trois régions poursuivent tout de même leurs projets-pilotes de compteurs évolués d'électricité et de gaz. Ils visaient comme objectifs de tester les fonctionnalités de télé-relevés et la faisabilité technique et la capacité à rapatrier les données de consommation.<sup>222</sup>

### 3. Flandre

Après avoir pu établir une première expérimentation de 4 300 compteurs d'électricité et de gaz naturel évolués dans les localités malinoises de Leest et Hombeek, un projet de 40 000 compteurs évolués sur l'ensemble du territoire a été lancé par le gestionnaire de réseau Eandis en juin 2011. Ce projet représentait à la fois une expérimentation technique (test des fonctionnalités et des protocoles de communication) et logistique (processus de déploiement) et une expérimentation économique en même temps. L'objectif visait à tester les processus de marché en récoltant plus d'information sur les couts et les avantages de smart meter.<sup>223</sup>

### 4. La France

Avec la loi Grenelle 1, l'État s'est imposé d'assurer une EE avec la réduction de 38 % les consommations d'énergie, de 50 % les émissions de GES et en dernier lieu faire recours aux EnR. Cette triple démarche semble s'inscrire dans le cadre du plan européen "énergie-climat" à l'horizon 2020. En 2008, la France s'est engagée dans des projets d'intégration de smart grids et smart meters, notamment via le projet du compteur Linky qui comptait initialement 300.000 smart meters.<sup>224</sup>

Les compteurs visent en premier lieu l'information du consommateur de sa consommation pour la maîtriser. Le projet a coûté plus de 4 milliards d'euro, dont la moitié pour les compteurs et la moitié pour l'infrastructure. Il a connu certaines contraintes qui ont

---

<sup>222</sup> Delrieu, Jacques Allard et Claudine. 2010. SMART GRIDS-CRE. *Les projets de compteurs évolués en Europe*. [En ligne] 30 Aout 2010. [Citation : 16 11 2019.] <http://www.smartgrids-cre.fr/index.php?p=compteurs-europe>.

<sup>223</sup> IDEM (Delrieu, Jacques Allard et Claudine. 2010)

<sup>224</sup> Vandromme, Dany. 2015. *État de l'art sur les fonctionnalités et le déploiement des compteurs intelligents (eau, gaz et électricité)*. [Projet de Physique P6 STPI/P6/] France : INSA de Rouen, 2015. Consulté 26-12-2019

freiné et complexer son déploiement particulièrement le changement d'affectation et/ou réduction d'activité pour 5000 personnes et l'exploitation des données enregistrées.<sup>225</sup>

Globalement, le projet visait cinq principaux objectifs : l'information des clients, l'amélioration de la qualité de service, la contribution à la MDE, l'amélioration du fonctionnement du marché et la maîtrise des coûts des gestionnaires de réseau. Pour cela, l'expérimentation Linky a été mise en place.<sup>226</sup>

En 2011, les pouvoirs publics ont décidé de généraliser le projet à travers le déploiement de 35 millions de compteurs Linky dans tout le territoire. En 2017, il a été constaté que l'avancement du déploiement était conforme aux prévisions puisqu'il répondait à ce qui a été prescrit, en installant 6,3 millions de compteurs.<sup>227</sup>

## 5. Grande-Bretagne

Au Royaume-Uni, ce sont les fournisseurs d'électricité et de gaz qui sont chargés du déploiement des compteurs évolués dans l'ensemble du pays. La date limite pour le déploiement généralisé est fixée à 2020 ayant été entamé en 2015. Les grandes orientations du programme de compteurs évolués ont été définies par le gouvernement à la suite de consultations publiques. Le programme consistait en le remplacement de 53 millions de compteurs (électricité et gaz) pour 30 millions de foyers. Le Département en charge de l'énergie et du climat a publié un document qui présente les exigences minimales concernant les caractéristiques physiques, les fonctionnalités, les interfaces et la gestion des données pour le comptage évolué électrique et gaz ainsi que le rôle du consommateur afin de garantir la réussite du projet. Ainsi, un afficheur « In-Home Display » a été fourni lors du déploiement. L'idée était de permettre aux consommateurs de connaître leur consommation d'énergie. Une étude technico-économique établie par Oxford Economics analysant le rapport coûts/bénéfices sur la période 2012-2030

---

<sup>225</sup> **Frédéric, Klopfert. 2007-2008.** *L'apport des compteurs intelligents à une consommation plus durable de l'électricité.* [master en science et gestion de l'environnement ] Bruxelles : Université Libre de Bruxelles Institut de Gestion de L'environnement et Aménagement du Territoire, 2007-2008.

<sup>226</sup> **Delrieu, Jacques Allard et Claudine. 2010.** SMART GRIDS-CRE. *Les projets de compteurs évolués en Europe.* [En ligne] 30 Aout 2010. [Citation : 16 11 2019.] <http://www.smartgrids-cre.fr/index.php?p=compteurs-europe>.

<sup>227</sup> **COMPTEES, C. D. (février 2018).** *Les compteurs communicants Linky : tirer pour les consommateurs tous les bénéfices d'un investissement coûteux.* France : @Courdescomptes

d'un déploiement sur l'ensemble des foyers et des PME-PMI britanniques fait ressortir des résultats fort probants.

## 6. Italie

Dès 2001, la société nationale italienne d'électricité (Enel) a déployé massivement un système de comptage évolué, de type **AMM** et visant plus de 30 millions de clients pour un investissement global affiché de 2,1 milliards d'euros sur 5 ans qui était rentabilisé grâce aux gains dégagés par la réduction de la fraude. Depuis 2011, plus de 27 millions de client disposent de ces compteurs et, ils seront obligatoires pour 95 % des clients finals en basse tension y compris les habitations. Le compteur évolué déployé dans le cadre du projet *Telegestore* d'Enel permet d'offrir au client des offres horo-tarifaires et d'agir sur le compteur à distance (télégestion). La fréquence de relève des données de consommation est maintenue pour quinze jours. Enel a elle-même conçu ses compteurs AMM, les a développés avec ses partenaires et les a fait construire en Chine.<sup>228</sup>

Le compteur communique via un PLC vers un poste le plus proche, puis les données seront consultées par les salles de contrôle centralisées via GSM.<sup>229</sup> L'investissement de l'Italie en matière de ces avancées vise des raisons économiques, à savoir la diminution du nombre de visites par an et l'amélioration de la fiabilité.<sup>230</sup> Des économies importantes ont été réalisées estimé à un rendement de 500 millions d'euro annuellement avec 5 % des pics de consommation réduits grâce à la sensibilisation des consommateurs. De plus, l'entreprise a pu montrer que grâce aux gains dégagés à la suite de la réduction de la fraude, l'investissement a été rentabilisé.<sup>231</sup>

## 7. Luxembourg

---

<sup>228</sup> **Delrieu, Jacques Allard et Claudine. 2010.** SMART GRIDS-CRE. *Les projets de compteurs évolués en Europe*. [En ligne] 30 Aout 2010. [Citation : 16 11 2019.] <http://www.smartgrids-cre.fr/index.php?p=compteurs-europe>.

<sup>229</sup> **Rob van Gerwen, Saskia Jaarsma and Rob Wilhite. July 2006.** *Smart Metering*. [article scientifique] The Netherlands : KEMA, July 2006.

<sup>230</sup> **Frédéric, Klopfert. 2007-2008.** *L'apport des compteurs intelligents à une consommation plus durable de l'électricité*. [master en science et gestion de l'environnement ] Bruxelles : Université Libre de Bruxelles Institut de Gestion de L'environnement et Aménagement du Territoire, 2007-2008.

<sup>231</sup> **Vandromme, Dany. 2015.** *État de l'art sur les fonctionnalités et le déploiement des compteurs intelligents (eau, gaz et électricité)*. [Projet de Physique P6 STPI/P6] France : INSA de Rouen, 2015. 26-12-2019

Les gestionnaires de réseau d'électricité et de gaz naturel luxembourgeois – Creos, Sudgaz, Sudstroum, Electris, Ville de Diekirch, Ville d'Ettelbruck et Ville de Dudelange – ont déployé un système commun de comptage évolué dès juillet 2015. A partir de cette date, les nouveaux raccordements ont tous bénéficié d'un compteur évolué. Au total, 95 % du parc de compteurs a été remplacé à la fin 2018 pour les compteurs électriques. Ce déploiement généralisé des compteurs est estimé à 80 millions d'euros.<sup>232</sup>

L'analyse des études technico-économique, des coûts et bénéfiques pour les différents acteurs des marchés de l'électricité et du gaz montre que le déploiement généralisé d'un système de comptage évolué présente un intérêt économique à long terme, pour la collectivité et pour les consommateurs.<sup>233</sup>

## 8. Norvège

Le régulateur norvégien a pris la décision, le 24 juin 2011, de généraliser les systèmes de comptage évolué avant le 1er janvier 2017. Ainsi, 80 % des consommateurs avaient un compteur évolué le 1er janvier 2016.

## 9. Pays-Bas

En septembre 2007, le gouvernement néerlandais a proposé que les sept millions de ménages soient équipés d'un compteur évolué d'ici 2013, et ce dans le cadre d'un plan national d'économie d'énergie. Tous les usagers auraient eu à disposition un compteur évolué doté de capacités de communication et d'exécution de logiciels optionnels. Pour toute nouvelle mise en service, nouvelles habitations ou tout remplacement de compteur, la mise en place d'un compteur évolué était rendue obligatoire sous peine d'amende par le biais d'une législation.<sup>234</sup>

En 2006, un projet pilote a été mis en place par l'opérateur de réseau néerlandais Continuon, il y a eu l'installation de 50 000 smart meters afin d'établir une expérience avec

---

<sup>232</sup> Delrieu, Jacques Allard et Claudine. 2010. SMART GRIDS-CRE. *Les projets de compteurs évolués en Europe*. [En ligne] 30 Aout 2010. [Citation : 16 11 2019.] <http://www.smartgrids-cre.fr/index.php?p=compteurs-europe>.

<sup>233</sup> IDEM (Delrieu, Jacques Allard et Claudine. 2010)

<sup>234</sup> IDEM (Delrieu, Jacques Allard et Claudine. 2010)

tous les aspects opérationnels des smart meters. Le smart meter (Metripoint) permet d'enregistrer à la fois l'électricité et le gaz et de communiquer via un API.<sup>235</sup>

La généralisation de l'opération n'a, par contre pas pu être faite. Suite à la mobilisation des associations de consommateurs qui refusaient que soient rendus obligatoires, le Parlement néerlandais a adopté en novembre 2010 de nouvelles dispositions législatives prévoyant l'installation du compteur sur la base du volontariat et conditionnant le relevé détaillé à l'accord du consommateur.<sup>236</sup>

Les ménages ont été équipés par ces compteurs pour le relevé des index de l'électricité et du gaz et bénéficieraient d'une facturation mensuelle. L'installation a visé une économie d'énergie de 4% d'électricité et de 2% de gaz, ainsi que la réduction des coûts de fournisseur. L'étude coûts-bénéfices montre que l'installation des compteurs à grande échelle est très rentable pour le ménage.<sup>237</sup>

## 10. Portugal

Le projet Inovgrid, mené par EDP projet a démarré en 2007 se propageant sur plusieurs zones géographiques, destiné à environ 6,1 millions de clients. Ce projet de smart meters est associé à un réseau intelligent compris dans une infrastructure dédiée. Aujourd'hui, plus de 50 000 points sont gérés par les Smart grids dans le pays. Il y a lieu de mentionner que plus de 90 % de l'électricité est produite à partir d'énergies de sources renouvelables (solaire et éolienne).<sup>238</sup>

## 11. La Suède

Des études relatives au smart metering ont débuté en 2001, mais ce n'est qu'en juillet 2009, et qu'après la loi qui impose l'introduction de de facturation mensuelle sur la base de

---

<sup>235</sup> **Rob van Gerwen, Saskia Jaarsma and Rob Wilhite. July 2006.** *Smart Metering*. [article scientifique] The Netherlands : KEMA, July 2006.

<sup>236</sup> **Delrieu, Jacques Allard et Claudine. 2010.** SMART GRIDS-CRE. *Les projets de compteurs évolués en Europe*. [En ligne] 30 Aout 2010. [Citation : 16 11 2019.] <http://www.smartgrids-cre.fr/index.php?p=compteurs-europe>.

<sup>237</sup> **Frédéric, Klopfert. 2007-2008.** *L'apport des compteurs intelligents à une consommation plus durable de l'électricité*. [master en science et gestion de l'environnement ] Bruxelles : Université Libre de Bruxelles Institut de Gestion de L'environnement et Aménagement du Territoire, 2007-2008.

<sup>238</sup> **Delrieu, Jacques Allard et Claudine. 2010.** SMART GRIDS-CRE. *Les projets de compteurs évolués en Europe*. [En ligne] 30 Aout 2010. [Citation : 16 11 2019.] <http://www.smartgrids-cre.fr/index.php?p=compteurs-europe>.

données de consommations réelles que 5,3 millions de compteurs évolués ont été déployés, servant principalement pour les relevés à distance mensuellement. Le gouvernement a suggéré qu'une partie des investissements devait être financée par une hausse du tarif d'utilisation des réseaux (régulé), vu les bénéfices perçus par les utilisateurs finaux. Elle a connu un taux de pénétration proche de 100 % malgré tous les difficultés.<sup>239</sup>

L'intention principale de l'adoption des CI était l'amélioration de la précision des factures ceci est accentué par l'augmentation de prix de l'électricité de détail qui est dû à la libération du marché électrique et qui a engendré la critique de la précision et la clarté des factures par les consommateurs.<sup>240</sup>

Les entreprises Vattenfall, Fortum, et E.ON se sont chargées d'installer ces smart meters. Le compteur permet d'effectuer la lecture automatique à distance des données de consommation avec une communication bidirectionnelle et il permet de stocker les mesures pour la facturation dynamique du client. Les données enregistrées sont cryptées afin de les sécurisées lors de la lecture à distance selon la technologie de cryptage multi- étapes. En plus de cela, le compteur bénéficie d'une interface dédiée aux consommateurs pour qu'il puisse lire sa consommation en temps réelle, et dont la communication est assurée par la technologie GPRS, le même type de technologie qu'utilisent les téléphones mobiles.<sup>241</sup>

Une sensibilisation des consommateurs a été faite avant l'installation des compteurs, E.ON accorde un rendez-vous par téléphone, qui sera confirmé avec l'envoi d'une lettre d'avis d'installation. Par la suite, l'installation se fait par le technicien qui se déplace aux ménages et remplace les anciens compteurs par les nouveaux pendant deux heures environ et le courant électrique sera désactivé pendant 30 min. Le cout d'installation de ce compteur est pris en

---

<sup>239</sup> **Delrieu, Jacques Allard et Claudine. 2010.** SMART GRIDS-CRE. *Les projets de compteurs évolués en Europe*. [En ligne] 30 Aout 2010. [Citation : 16 11 2019.] <http://www.smartgrids-cre.fr/index.php?p=compteurs-europe>.

<sup>240</sup> **Frédéric, Klopfert. 2007-2008.** *L'apport des compteurs intelligents à une consommation plus durable de l'électricité*. [master en science et gestion de l'environnement ] Bruxelles : Université Libre de Bruxelles Institut de Gestion de L'environnement et Aménagement du Territoire, 2007-2008.

<sup>241</sup> **Delrieu, Jacques Allard et Claudine. 2010.** SMART GRIDS-CRE. *Les projets de compteurs évolués en Europe*. [En ligne] 30 Aout 2010. [Citation : 16 11 2019.] <http://www.smartgrids-cre.fr/index.php?p=compteurs-europe>.

charge par l'entreprise. La Suède représente un pays annonceur des smart meters en Europe et un exemple à suivre.<sup>242</sup>

## 12. Suisse

En novembre 2009, l'Office fédéral de l'Énergie suisse (OFEN) a établi une liste de recommandations pour la mise en œuvre des systèmes de comptage évolués de type AMR :<sup>243</sup>

- Le système devra permettre un retour fréquent des données de consommation, fournir des informations supplémentaires et laisser aux consommateurs le choix de leur moyen d'information (SMS, Internet, etc.) ;
- Les compteurs communicants devront permettre la prise en charge de fonctions complémentaires (affichage déporté, commande de l'appareil, mesures d'autres fluides) ;
- Les systèmes de comptage évolués devront garantir l'interopérabilité des matériels et technologies (compteurs, concentrateurs et systèmes).

Suite à une initiative privée et plus précisément en juin 2010, l'expérimentation des nouveaux systèmes de comptage appelée Green Value et mise en œuvre par le fonds immobilier Realstone Swiss Property 2010 dans le canton de Lausanne. En partenariat avec les Services industriels de Lausanne (fournisseur d'énergie suisse), Realstone Swiss Property a installé des outils de service énergétique multi fluides (compteurs communicants Itron et Landis+Gyr et interfaces) pour 200 locataires pour qu'ils puissent mieux gérer leur consommation énergétique, 300 000 francs suisses était investie dans ce projet.

## 13. Australie

Le déploiement des compteurs évolués par l'État du **Victoria**, était dû à l'augmentation des pics de demande d'électricité, dans le but d'améliorer la gestion de la pointe et disposer aux clients les outils nécessaires à la diminution de leur consommation d'électricité. Avec le remplacement de 2,5 millions de compteurs. Le déploiement a été lancé en avril 2009 les consommateurs finaux ont supporter les coûts de déploiement via les coûts de distribution qui ont augmenté, le déploiement était argumenté par l'émission de factures précises et une

---

<sup>242</sup> **Vandromme, Dany. 2015.** *État de l'art sur les fonctionnalités et le déploiement des compteurs intelligents (eau, gaz et électricité)*. [Projet de Physique P6 STPI/P6/] France : INSA de Rouen, 2015. 26-12-2019

<sup>243</sup> **Delrieu, Jacques Allard et Claudine. 2010.** SMART GRIDS-CRE. *Les projets de compteurs évolués en Europe*. [En ligne] 30 Aout 2010. [Citation : 16 11 2019.] <http://www.smartgrids-cre.fr/index.php?p=compteurs-europe>.

meilleure connaissance de la consommation pour les clients, la capacité de télé-relève et une meilleure gestion de la demande pour les gestionnaires de réseau.<sup>244</sup>

L'adoption des smart meters au service des clients a permis de relier les marchés de gros et de détail et à pousser le gouvernement à changer de la législation à l'initiative de la Commission des services essentiels de Victoria. L'installation a démarré en 2006 consacré à une catégorie visée et s'est généralisée en 2013 pour environ un million de smart meters.<sup>245</sup>

#### 14. Californie

L'adoption du système de smart meters en Californie visait l'amélioration de la fiabilité de la distribution d'électricité dans l'État au travers de la réduction des pics de demande qui sont augmentées surtout en été à cause de la forte utilisation des climatiseurs. La Commission de régulation de l'État (California Public Utilities Commission – CPUC) a publié L'Energy Action Plan I en 2003 recommandait le recours aux compteurs évolués afin de pousser le développement de formules tarifaires horo-saisonnalisées et invitait les opérateurs à réfléchir à des plans et des stratégies de déploiement des compteurs évolués.<sup>246</sup>

En juillet 2004, CPUC a mis en place une décision fixant des exigences fonctionnelles aux trois gros opérateurs pour leurs plans de déploiement. Pacific Gas & Electricity (PG&E) s'est rapidement aligné sur le schéma de la CPUC, mais les critiques émises par Southern California Edison (SCE) a remis en cause la non-viabilité du modèle ce qui a conduit la CPUC à accentuer la pression avec la publication de l'Energy Action Plan II en 2005. Par la suite, elle a imposé aux opérateurs l'élaboration d'une étude de faisabilité et un scénario pour le déploiement de compteurs évolués dans des délais prescrits.<sup>247</sup>

D'autre part, en 20 juillet 2006 la Californie s'est engagé dans un programme d'amélioration des compteurs classiques par adjonction d'un processeur de communications électroniques chez 9 millions de clients (gaz et d'électricité). Ces compteurs permettent

---

<sup>244</sup> Delrieu, Jacques Allard et Claudine. 2010. SMART GRIDS-CRE. *Les projets de compteurs évolués en Europe*. [En ligne] 30 Aout 2010. [Citation : 16 11 2019.] <http://www.smartgrids-cre.fr/index.php?p=compteurs-europe>.

<sup>245</sup> Rob van Gerwen, Saskia Jaarsma and Rob Wilhite. July 2006. *Smart Metering*. [article scientifique] The Netherlands : KEMA, July 2006.

<sup>246</sup> Delrieu, Jacques Allard et Claudine. 2010. SMART GRIDS-CRE. *Les projets de compteurs évolués en Europe*. [En ligne] 30 Aout 2010. [Citation : 16 11 2019.] <http://www.smartgrids-cre.fr/index.php?p=compteurs-europe>.

<sup>247</sup> IDEM (Delrieu, Jacques Allard et Claudine. 2010)

d'assurer une meilleure maîtrise de la demande en électricité (MDE) en calculant et communiquant la consommation horaire du ménage, et en permettant intégrant des coûts horaires différenciés aux factures, sur une période de cinq ans. Grace au réglage à distance, il permettra d'apporter des bénéfices importants en termes de maîtrise d'énergie.<sup>248</sup>

## 15. Cameroun

L'autorité de régulation du secteur de l'électricité camerounaise a constaté des problèmes dans l'ensemble du service d'électricité qui sont notamment dues à la faible performance des compteurs électriques. L'ARSEL a donc lancé, le 18 juillet 2013, un appel à manifestation d'intérêt (AMI) pour la mise en œuvre d'un projet-pilote de comptage intelligent pour remplacer tous les compteurs du pays. Permettant d'améliorer la qualité d'alimentation et la qualité de service des consommateurs finals. L'expérience s'est étalé sur une durée d'un an et a concerné 1 000 clients finals (résidentiels, tertiaires et industriels) raccordés en basse et moyenne tension. S'étendront sur les localités urbaines, périurbaines et rurales.<sup>249</sup>

## 16. Japon

L'adoption des compteurs communicants de type AMM en Japon, représente une action qui s'inscrit dans la démarche du développement des smart grids et dans le but de renforcer la sécurité énergétique et de diminuer sa dépendance à ses importations d'électricité en changeant les habitudes de consommation d'énergie.<sup>250</sup>

Une chaîne d'acteurs qui est impliquée dans l'étude du projet de déploiement des compteurs communicants, mise en place par le gouvernement à savoir : des fabricants de compteurs, des consommateurs, des chercheurs et des entreprises de télécoms, de production d'électricité, d'eau et de gaz. Ces acteurs visent à déterminer les différents enjeux sous-jacents au développement de cette nouvelle technologie (financement, nouvelles infrastructures).

Le déploiement occupe six régions japonaises (Hokkaido, Tohoku, Tokyo, Chubu, Kansai et Kyushu) qui sont à un état d'avancement différent. L'expérimentation a commencé

---

<sup>248</sup> Delrieu, Jacques Allard et Claudine. 2010. SMART GRIDS-CRE. *Les projets de compteurs évolués en Europe*. [En ligne] 30 Aout 2010. [Citation : 16 11 2019.] <http://www.smartgrids-cre.fr/index.php?p=compteurs-europe>.

<sup>249</sup> IDEM (Delrieu, Jacques Allard et Claudine. 2010)

<sup>250</sup> IDEM (Delrieu, Jacques Allard et Claudine. 2010)

au second semestre 2010 dans les régions de Tohoku, Tokyo et Chubu, et en 2011 à Hokkaido tandis qu'en Kansai, la recherche sur les nouveaux systèmes de comptage a débuté en 1999 dont les nouveaux compteurs ont été développés depuis 2002. En juin 2010, 430 000 compteurs étaient déjà installés contrairement à Kyushu, dont l'installation a commencé en 2009 et en juin 2010, 25 000 nouveaux compteurs étaient déjà installés.<sup>251</sup>

### 17. Canada, En Ontario

La stratégie de smart metering pour le cas d'Ontario représente le résultat d'une augmentation des pics de demande d'électricité. Elle a été adoptée pour garantir l'économie de l'énergie, la gestion de la demande et principalement la maîtrise de la demande en électricité en période de pointe, des objectifs importants qui s'inscrivent de la politique énergétique. La Commission de l'énergie de l'Ontario a proposé des fonctions de smart metering de base et des normes techniques minimales afin d'installer près de 800 000 compteurs en 2007, couvrant ainsi les 4,3 millions de clients ontariens à la fin de 2010 pour un coût de 2 milliards d'euros.<sup>252</sup>

La mise en œuvre d'une tarification horo-saisonnière et d'offres d'effacement réglementées à partir des compteurs évolués pour l'ensemble des clients résidentiels vise à faire évoluer les comportements en permettant de mieux appréhender le coût réel et la disponibilité de l'électricité.<sup>253</sup>

### 18. Texas

Avec le projet de CenterPointEnergy, 200 000 smart meters ont été déployés sur un total de 2 millions de clients raccordés au réseau du distributeur. Les distributeurs texans en mis en place un système de comptage avancé permet de communiquer avec les équipements aval afin de piloter les usages. Ce qui a nécessité des actions de standardisation des protocoles de communication. L'interopérabilité est un élément clé, au niveau des compteurs eux-mêmes mais aussi des équipements aval et de la communication entre ces équipements et les compteurs. Ces compteurs ont été installés chez les 200 000 clients texans en trois ans. Le système de

---

<sup>251</sup> Delrieu, Jacques Allard et Claudine. 2010. SMART GRIDS-CRE. *Les projets de compteurs évolués en Europe*. [En ligne] 30 Aout 2010. [Citation : 16 11 2019.] <http://www.smartgrids-cre.fr/index.php?p=compteurs-europe>.

<sup>252</sup> Rob van Gerwen, Saskia Jaarsma and Rob Wilhite. July 2006. *Smart Metering*. [article scientifique] The Netherlands : KEMA, July 2006.

<sup>253</sup> Delrieu, Jacques Allard et Claudine. 2010. SMART GRIDS-CRE. *Les projets de compteurs évolués en Europe*. [En ligne] 30 Aout 2010. [Citation : 16 11 2019.] <http://www.smartgrids-cre.fr/index.php?p=compteurs-europe>.

comptage a été couplé à la mise en place d'un réseau communication pour l'ensemble des activités de gestion du réseau de distribution. Le portail des distributeurs, SmartMeterTexas.com, est déjà opérationnel et permet aux clients d'avoir un premier niveau de suivi de leurs consommations.<sup>254</sup>

## 19. Tunisie

La Tunisie s'est engagée dans un grand plan de développement des énergies renouvelables et des smart grids dans une optique de transition énergétique et afin de réduire sa dépendance au pétrole. Afin de rendre le réseau tunisien intelligent, 91 millions d'euros ont été consacrés pour un investissement en partenariat avec la France d'ici 2020 pour déployer des compteurs électriques communicants. Ce projet a commencé en 2018. Il est effectué sur une zone test Sfax, en déployant 400 000 compteurs de nouvelle génération, correspondant à 10% des abonnés tunisiens au niveau national et dont les 90 % restants seront installés dans la deuxième phase du plan qui commencera en 2020.<sup>255</sup>

## 2. Evaluation de l'adoption des smart meters

L'évaluation des avantages obtenus et les coûts dépensés pour l'introduction des smart meters à long terme pour tous les acteurs, tous les États membres de l'UE ont établi une analyse coûts/ avantages CBA. Le résultat de l'analyse a été évalué positif pour la majorité des États membres ce qui exige une installation de 80% des smart meters d'ici 2020.<sup>256</sup> Actuellement, plus de la moitié des États membres ont atteint l'objectif de l'installation des smart meters, certains pays sont en train de procéder au déploiement de la deuxième générations comme le cas de l'Italie.<sup>257</sup>

---

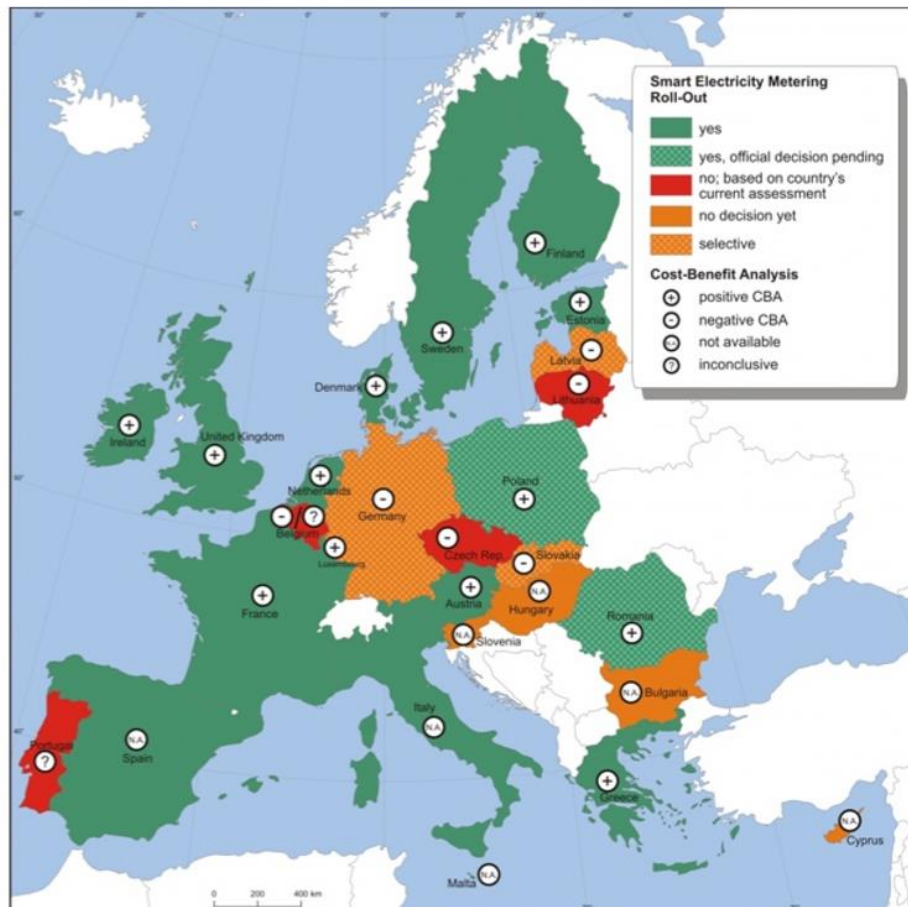
<sup>254</sup> Delrieu, Jacques Allard et Claudine. 2010. SMART GRIDS-CRE. *Les projets de compteurs évolués en Europe*. [En ligne] 30 Aout 2010. [Citation : 16 11 2019.] <http://www.smartgrids-cre.fr/index.php?p=compteurs-europe>

<sup>255</sup> 2018. RESEAUX DURABLES, REFLEXIONS SUR L'ENERGIE EN RESEAUX,. *La Tunisie lance un grand plan Smart Grids*. [En ligne] 06 Avril 2018. [Citation : 30 12 2019.] <http://reseauadurable.com/tunisie-smart-grids/>, La Tunisie lance un grand plan Smart Grids. 30-12-2019

<sup>256</sup> Alessandro Piti, Giacomo Verticale, Cristina Rottondi, Antonio Capone and Luca Lo Schiavo. February 2017. *Article, The role of Smart Meters in Enabling Real-Time Energy Services For Households: The Italian Case*. [Article ] Italie : Energies, MDPI, February 2017. 1996-1073. Consulté 05-01-2020

<sup>257</sup> BELGIUM, E. C. (27 June 2019). *BENCHMARKING SMART METERING DEPLOYMENT IN THE EU-28*. Belgique: Tractebel Impact BELGIUM S.A. engie. Consulté le 10-01-2020

Cette carte **Figure 27** montre l'analyse qui a été effectuée en 2017 pour le déploiement des smart meters en Europe :



**Figure 27** : L'analyse coûts-avantages du déploiement des smart meters en 2017  
**Source** : Article (Alessandro Piti *et al*, 2017)

### 3. Objectifs d'installation des smart meters

A travers le **Tableau 1**, selon les objectifs de chaque pays nous allons sélectionner les exemples fixant plus d'objectifs et qui sont : l'Allemagne, la France, l'Italie, et l'Australie. Et ceci afin de les étudier en détails.

Tableau 01 : Objectifs d'installation des smart meters dans les pays étrangers

<b>Pays /Critères (objectifs)</b>	<b>Allema ne 8</b>	<b>Belgique 2</b>	<b>France 8</b>	<b>Italie 7</b>	<b>Luxemb ourg 2</b>	<b>Norvège 5</b>	<b>Pays- Bas 3</b>	<b>Portugal 1</b>	<b>Suède 3</b>	<b>Suisse 2</b>	<b>Californie 1</b>	<b>Cameron 4</b>	<b>Japon 4</b>	<b>Texas 2</b>	<b>Grande- Bretagne 2</b>	<b>Australie 6</b>	<b>Tunisie 1</b>	<b>Canada 2</b>	<b>Flandre</b>
Gestion de la pointe/ Fiabilité de la distribution d'électricité (réduire les pics de demande)	+		+	+			+		+		+					+		+	
Information des clients finales en temps réel	+		+	+		+				+		+		+	+	+			
La contribution à la maîtrise d'énergie (intérêt économique)			+	+	+	+												+	+
Amélioration du fonctionnement du marché		+	+			+													
Maitrise des couts des gestionnaires de réseau			+																
Tester la faisabilité technique et la capacité à récupérer les données de consommation		+			+														+
Contribution du consommateurs dans la gestion de sa consommation										+				+		+			
Fréquence des relevés de comptage plus élevé	+		+	+			+		+										
Télé relève									+							+			
Télégestion	+			+												+			
Réduction de la fraude/ gains dégagés				+								+							
Contrôle et efficacité du réseau distribution d'électricité						+							+						
Facturation exacte de la consommation (réduite)	+					+						+				+			
Amélioration de la qualité de service			+									+	+						
Développement de l'infrastructure des Smart grids (pour la sécurité énergétique)								+					+						
Transformer les habitudes de consommation d'énergie (contrôle de la consommation)	+												+						
Efficacité énergétique	+		+	+			+								+	+	+		
Réduire les émissions de gaz à effet de serre	+																		

#### 4. Cas de déploiement des smart meters pour les pays les plus réussis

Tableau 02 : Analyse du déploiement de smart meters en Italie

1. Italie	
<b>Description du projet</b>	<p>En 2001 Enel (la société nationale italienne de distribution d'électricité) a mis en place un système de comptage évolué, de type AMM massivement en visant plus de 30 millions de clients pour un investissement global affiché de 2,1 milliards d'euros sur 5 ans qui était rentabilisé grâce aux gains dégagés par la réduction de la fraude, un temps record. Il réalise 500 millions d'euros d'économies par an. Achevé en 2006-2007.</p> <p>Depuis 2011, plus de 27 millions de client disposent de ces compteurs et, ils seront obligatoires pour 95 % des clients finals en basse tension.<sup>258</sup></p> <p>Le cout total était divisé entre : <sup>259</sup></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Coûts de R&amp;D</li> <li>• Production et installation de compteurs électroniques</li> <li>• Développement de systèmes informatiques</li> <li>• Production et installation de concentrateurs</li> </ul> <p>L'Italie fait figure de modèle européen en matière de smart meters.<sup>260</sup></p> <p>Le but de l'Enel "Telegestore" était d'illuminer les déplacements du personnel pour relever la consommation à partir des anciens compteurs, de remplacer ces compteurs par des compteurs automatisés et qui diminuer la fraude et le vol de l'électricité et de permettre une plus grande fiabilité et une meilleure qualité d'énergie pour les clients. Ainsi que pour une motivation de mise en place de tarifs multi horaires qui n'existaient pas en Italie sur ce segment de marché. <sup>261</sup></p> <p>Les solutions déployées en 2000 sont devenues obsolètes en termes de fonctionnalités et de performances, ce que a mené à opter pour une nouvelle génération ou l'Enel a officiellement présenté en Juillet 2016 son système de comptage intelligent.<sup>262</sup></p>
<b>Fonctionnalités</b>	<p>Le système Telegestore se compose d'un compteur, le concentrateur, le modem et le système central.</p> <p>Ses principales fonctionnalités sont :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Relevés et changements (de client, de puissance...) à distance ; (télégestion)</li> <li>• Réduire considérablement la fraude ;</li> </ul>

<sup>258</sup> Delrieu, Jacques Allard et Claudine. 2010. SMART GRIDS-CRE. *Les projets de compteurs évolués en Europe*. [En ligne] 30 Aout 2010. [Citation : 16 11 2019.] <http://www.smartgrids-cre.fr/index.php?p=compteurs-europe>.

<sup>259</sup> Rogai, Sergio. 26th March 2007. *TELEGESTORE PROJECT Progress & Results*. Italie : ENEL Distribuzione's Metering Infrastructure,, 26th March 2007. Consulté 07-01-2020

<sup>260</sup> Thomas Lestavel. 2018. LE FIGARO. *L'Italie, championne européenne du compteur intelligent*. [En ligne] 23 Mars 2018. [Citation : 20 12 2019.] <https://www.lefigaro.fr/conjoncture/2018/03/23/20002-20180323ARTFIG00335-l-italie-championne-europeenne-du-compteur-intelligent.php>.

<sup>261</sup> Alessandro Pitù, Giacomo Verticale, Cristina Rottondi, Antonio Capone and Luca Lo Schiavo. February 2017. *Article, The role of Smart Meters in Enabling Real-Time Energy Services For Households: The Italian Case*. [Article ] Italie : Energies, MDPI, February 2017. 1996-1073. Consulté 05-01-2020

<sup>262</sup> Enseignant-responsable du projet : Dany VANDROMME, Etudiants : Tanya ANGELOVA Mostafa NAGA Bowen BAI. 19 Juin 2017. *Compteurs intelligents état des lieux des déploiements statut des données et respect de la vie privée*. [Projet de Physique P6 STPI/P6/2017– 19] ROUEN : INSTITUT NATIONAL DES SCIENCES APPLIQUEES DE ROUEN INSA, 19 Juin 2017. Consulté 04-01-2020

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bénéficiaire d'offres tarifaires variées ;<sup>263</sup></li> <li>• Faciliter la concurrence en réduisant les coûts de commutation et en fournissant une lecture exacte et rapide des compteurs, afin que les clients puissent changer plus facilement de fournisseur d'énergie.</li> <li>• Equipé d'un système anti-sabotage qui fait face à la fraude.<sup>264</sup></li> </ul>
<b>Acteurs</b>	<p>Enel concepteurs des compteurs AMM, qui assure la distribution d'électricité et qui accueille de nombreux distributeurs de taille moyenne et petite ;<sup>265</sup></p> <p>Le régulateur ;</p> <p>Le gouvernement ;</p> <p>Acteurs du marché ;</p> <p>GRD (livré les données puissance active / réactive, tension et coupures).</p>
<b>Processus de mise en œuvre</b>	<p>-Elaboration des essais par Enel en 1990 afin de tester différentes technologies et expériences des systèmes de gestion à distance des compteurs utilisant la ligne électrique comme moyen de communication et en même temps d'acquérir une connaissance unique de la lecture à distance des compteurs. <sup>266</sup> A titre d'exemple, un essai pilote massif de 70000 installations (40000 à Rome) a confirmé la viabilité technique de la télégestion basée sur le réseau basse tension. <sup>267</sup></p> <p>-Mettre en place un compteur électronique et intégré, au lieu d'un compteur électromécanique traditionnel intégré à un dispositif de communication électronique externe.</p> <p>-Préparation d'un business plan par Enel avec différents scénarios pour développer et mettre en œuvre un système de gestion automatique des compteurs capable de gérer l'ensemble des clients du réseau basse tension. <sup>268</sup></p> <p>-Sensibilisation des consommateurs à travers un plan de communication efficace pour informer les clients sur les détails de la campagne de remplacement et faire reconnaître les avantages du comptage intelligent. <sup>269</sup></p> <p>-Elaboration de diverses réunions avec toutes les principales associations de clients italiens en tant qu'organes d'influence pour être correctement informés.<sup>270</sup></p> <p>-À partir de janvier 2004, Enel a commencé à mettre en œuvre la suite de fonctionnalités du système central, par exemple des programmes de lecture bimensuelle et multi-tarifs, pour être prêt à relever les défis de la libéralisation et pour être en mesure d'offrir des avantages aux clients, en utilisant la potentialité déjà intégrée dans le système. Enel a fait appel à des sous-traitants pour la fabrication de compteurs (dans la période de 4 ans).</p>
<b>Evaluation</b>	A travers l'analyse CBA, le résultat a été positif, le pays a atteint son objectif en terme d'installation des smart meters et il est en train de procéder au déploiement de la deuxième générations

<sup>263</sup> 2019. Selectra. *Smart grids en Europe : les réseaux électriques et compteurs intelligents*. [En ligne] 10 12 2019. [Citation : 03 01 2020.] <https://selectra.info/energie/guides/compteurs/compteurs-intelligents-france-europe>.

<sup>264</sup> ENEL Telegestore Project est sur la bonne voie, 31 mars 2004, Smart Energy International CLARION ENERGY, <https://www.smart-energy.com/regional-news/europe-uk/enel-telegestore-project-is-on-track/>, 07-01-2020

<sup>265</sup> GRIDS-CRE, S. (2018-12-14). La régulation allemande des Smart grids : le cas des compteurs évolués-. Récupéré sur Smart Grids: <http://www.smartgrids-cre.fr/index.php?p=allemagne-smart-grids-compteurs>. Consulté 18-12-2019

<sup>266</sup> Vandromme, Dany. 2015. *État de l'art sur les fonctionnalités et le déploiement des compteurs intelligents (eau, gaz et électricité)*. [Projet de Physique P6 STPI/P6/] France : INSA de Rouen, 2015. 26-12-2019

<sup>267</sup> Rogai, Sergio. 26th March 2007. *TELEGESTORE PROJECT Progress & Results*. Italie : ENEL Distribuzione's Metering Infrastructure,, 26th March 2007. Consulté 07-01-2020

<sup>268</sup> IDEM (Rogai, Sergio. 26th March 2007)

<sup>269</sup> Vandromme, Dany. 2015. *État de l'art sur les fonctionnalités et le déploiement des compteurs intelligents (eau, gaz et électricité)*. [Projet de Physique P6 STPI/P6/] France : INSA de Rouen, 2015. 26-12-2019

<sup>270</sup> smartgrider In Advanced Metering Infrastructure. 2014. ISGAN. INTERNATIONAL SMART GRID ACTION NETWORK. *AMI CASE Case05 / ITALIE*. [En ligne] 12 07 2014. [Citation : 07 01 2020.] <http://www.iea-isgan.org/ami-case-case05-italy/>.

**Tableau 03** : Analyse du déploiement de smart meters en Allemagne

<b>2. Allemagne</b>	
<b>Description du projet</b>	<p>Après l'incident nucléaire de Fukushima l'Allemagne décide de fermer définitivement son parc nucléaire et se pencher vers la solution des smart meters.</p> <p>En 2009, l'Allemagne installe 550 smart meters dans les foyers par Alcatel-Lucent (la société multinationale française en télécoms des réseaux) et la compagnie d'électricité KELAG Netz, toute en cherchant à développer un système complet et visant un déploiement partiel.<sup>271</sup></p> <p>Les compteurs évolués sont plus nécessaires pour accompagner les consommateurs dans l'ouverture des marchés que pour répondre aux besoins du réseau. En effet, les compteurs évolués sont utilisés pour permettre aux producteurs, consommateurs et fournisseurs de service de répondre aux signaux de marché dans le cadre d'un marché intelligent.</p> <p>L'Allemagne a lancé diverses initiatives pour encourager le développement du comptage intelligent et inciter les opérateurs des réseaux et les fournisseurs à adopter cette stratégie. Elle a rendu obligatoires les compteurs évolués :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pour les nouveaux bâtiments ou en cas de rénovation majeure (depuis 2010) ;</li> <li>• Pour les consommateurs dont la consommation d'énergie est supérieure à 6000 kWh (depuis 2012) ;</li> <li>• Pour les installations d'énergie renouvelables supérieures à 7 kW (depuis 2012).<sup>272</sup></li> </ul> <p>Par la suite, le régulateur allemand s'est rendu compte que l'adoption est lente pour cela il a réfléchi à l'option d'un déploiement généralisé.</p>
<b>Fonctionnalités</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tarification individuelle ;</li> <li>• Enregistrement de la courbe de charge ;</li> <li>• Lecture et pilotage à distance simplifiés et mise en relation via internet ;</li> <li>• Ils jouent le rôle d'interface entre le client et les gestionnaires de réseau, fournisseurs et gestionnaires des campagnes de relève.<sup>273</sup></li> </ul>
<b>Acteurs</b>	<p>Société la société multinationale française en télécoms des réseaux « Alcatel-Lucent » ;</p> <p>Opérateurs comme Vodafone Germany ;</p> <p>Fabricant de smart meters DIEHL Energy ;</p> <p>Deutsche Telekom ;</p> <p>L'établissement de test de smart meters;<sup>274</sup></p>

<sup>271</sup> Delrieu, Jacques Allard et Claudine. 2010. SMART GRIDS-CRE. *Les projets de compteurs évolués en Europe*. [En ligne] 30 Aout 2010. [Citation : 16 11 2019.] <http://www.smartgrids-cre.fr/index.php?p=compteurs-europe>.

<sup>272</sup> GRIDS-CRE, S. (2018-12-14). La régulation allemande des Smart grids : le cas des compteurs évolués-. Récupéré sur Smart Grids: <http://www.smartgrids-cre.fr/index.php?p=allemagne-smart-grids-compteurs>. Consulté 18-12-2019

<sup>273</sup> IDEM GRIDS-CRE, S. (2018-12-14)

<sup>274</sup> IDEM GRIDS-CRE, S. (2018-12-14)

	<p>La compagnie d'électricité KELAG Netz ;</p> <p>Fournisseurs régulés ou indépendants (ils pourraient développer n'importe quelle fonctionnalité additionnelle capable de leur apporter un avantage comparatif et ne sont pas restreints par les fonctionnalités minimales fixées) ;</p> <p>Distributeur ;</p> <p>GRT et GRD (responsables du déploiement des compteurs).<sup>275</sup></p>
<b>Processus de mise en œuvre</b>	<p>-Etablir une feuille de route et un cadre réglementaire pour les smart meters (Officiellement approuvés) ;</p> <p>-Le lancement d'un projet pilote E-Energy pour tester la technologie smart grids et tirer les leçons d'une large adoption des smart meters;</p> <p>-Publication de son Livre Vert « Smart Grids and Smart Markets » qui décrit les réseaux intelligents du futur et centralise les objectifs de modernisation des réseaux et des marchés (10 mois après l'incident de Fukushima)<sup>276</sup> ;</p> <p>-Installation des smart meters en 2009 ;</p> <p>-Elaboration d'une analyse coûts/ avantages.</p>
<b>Evaluation</b>	<p>En 2013, après l'étude technico-économique, le pays a déduit que le scénario visant un objectif de 80 % de compteurs en 2020 n'était pas équilibré économiquement pour l'ensemble des consommateurs.<sup>277</sup></p> <p>Selon l'analyse coûts/ avantages le résultat du déploiement était négatif.<sup>278</sup></p>

Tableau 04 : Analyse du déploiement de smart meters en France

<b>3. France</b>	
<b>Description du projet</b>	<p>Dans le secteur de l'énergie, à l'initiative de la Commission de régulation de l'énergie GRE, en 2007 (les premières réflexions), ERDF a lancé le projet AMM (<i>Automated Meter Management</i> – gestion automatisée des compteurs). Ce projet vise à remplacer les 35 millions de compteurs électriques en France à l'horizon 2021, par la mise en œuvre de systèmes de comptage évolués basé sur le compteur « Linky », comme étant le plus important en Europe.<sup>279</sup></p> <p>L'expérience s'est déroulée du 15 Mars 2010 au 31 Mars 2011 dans deux zones différentes rurale et urbaine.<sup>280</sup></p>

<sup>275</sup> Bergaentzlé, Claire. 10 décembre 2012. *Particularités d'adoption des compteurs intelligents au Royaume-Uni et en Allemagne : entre marchés de comptage libéralisé et règles à mettre en place pour un réel smart grid intégré*. [Conférence Annuelle 2012 de l'Association des Economistes de l'Energie (AEE)] Paris : Université Pierre Mendès France (UPMF), Grenoble, FRANCE , 10 décembre 2012.

<sup>276</sup> IDEM (Bergaentzlé, Claire. 10 décembre 2012)

<sup>277</sup> IDEM (Bergaentzlé, Claire. 10 décembre 2012)

<sup>278</sup> IDEM (Bergaentzlé, Claire. 10 décembre 2012)

<sup>279</sup> GRIDS-CRE, S. (2018-12-14). Focus sur l'expérimentation Linky en France-. Récupéré sur Smart Grids: <http://www.smartgrids-cre.fr/index.php?p=compteurs-linky>. Consulté 19-12-2019

<sup>280</sup> Dufay, Bernard Flury-Hérard - Jean-Pierre. 16 janvier 2017. *Le déploiement du compteur Linky*. [Rapport] France : Conseil général de l'Environnement et du Développement durable CGEDD, 16 janvier 2017.

	<p>Le projet s’inscrit dans un contexte d’ouverture totale du marché, pour répondre à la dynamique impulsée par la législation européenne et aux attentes du régulateur français et des acteurs du marché (facilitation des changements de fournisseur, facturation sur base de consommation réelle, mise en place de tarifs évolués etc.).</p> <p>Il s’inscrit également dans la dynamique impulsée par le Grenelle de l’environnement à partir de 2007, sa contribution à l’amélioration de l’efficacité énergétique étant un objectif essentiel du projet pour le gouvernement français.</p> <p>L’expérience devrait être achevée à l’horizon 2017. Le coût d’investissement total du projet est estimé à environ 4 milliards d’euros, dont 2 milliards pour l’installation, 1.9 milliards pour le matériel (compteurs et concentrateurs) et 100 millions pour les développements informatiques.</p> <p>Après des résultats technico-économiques obtenus de la phase d’expérimentation, en Aout 2010 a rendu obligatoire la mise en place de dispositif de comptage permettant une mise à disposition quotidienne des données à partir de 2012 par les gestionnaires de réseau de distribution d’électricité, avec un déploiement de 95% minimum d’ici 2016 pour les GRD desservant plus de 100 000 clients, et d’ici fin 2020 pour les autres GRD.<sup>281</sup></p> <p>Les objectifs du modèle de comptage intelligent en France étaient multiples entres autres :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• L’amélioration du fonctionnement du marché de l’électricité, notamment dans l’intérêt des consommateurs en les informant sur leur consommation ;</li> <li>• Réduction des coûts de gestion du réseau tout en maintenant la qualité de l’approvisionnement et le niveau de service ;</li> <li>• Pouvoir accéder aux informations de la consommation réelle afin de pouvoir la contrôler tout en assurant des factures précises en fonctions des heures de consommation ;</li> <li>• Grâce à une meilleure information des consommateurs, la demande sera bien gérée en intégrant facilement la micro-génération et en garantissant de nouvelles offres de pointe / hors pointe.</li> </ul> <p><sup>282</sup></p> <p>A travers cette expérience, la CRE vise à vérifier que les orientations préconisées en 2007 répondaient aux normes prescrites par le système.</p> <p>Enedis a dédié le principe de la sous-traitance avec des sociétés privées spécialisées en courants forts ou faibles pour l’installation des compteurs. La méthode d’installation se diffère selon la situation du compteur en domaine privé ou public dont ce dernier ne nécessite pas une autorisation contrairement au domaine privé.<sup>283</sup></p>
<b>Fonctionnalités</b>	<p>-Enregistrement de divers index de consommation pour le fournisseur ;</p> <p>-Télé-relève ;</p> <p>-Courbe de charge à pas paramétrable ;</p> <p>-Télégestion (coupure et réglage de panne à distance) ;</p> <p>-Interrupteur pour la coupure de l’alimentation (puissance exigée –souscrite-) ;</p> <p>-Affichage et communication locale évolués ;</p>

<sup>281</sup> Pol-Hervé Floch, H. S.-S. (28 février 2011). *Étude économique à long terme pour la mise en place de compteurs intelligents dans les réseaux électriques et gaziers, Rapport final, Version 1.1 préparé par le Ministère de l’Économie et du Commerce Extérieur du Luxembourg*. Luxembourg: Schwartz and Co.

<sup>282</sup> Rousseau, Yves. 2007. *Assessment for the launch of a smart metering project: Illustration with the French business case*. [Rapport] France : © 2007 Capgemini Energy, Utilities and Chemicals, 2007. Consulté 07-01-2020

<sup>283</sup> Dufay, Bernard Flury-Hérard - Jean-Pierre. 16 janvier 2017. *Le déploiement du compteur Linky*. [Rapport] France : Conseil général de l’Environnement et du Développement durable CGEDD, 16 janvier 2017.

	<p>-Détection de la fraude ;</p> <p>-Gestion de 7 contacts externes supplémentaires.<sup>284</sup></p>
<b>Acteurs</b>	<p>Les gestionnaires de réseaux : ERDF est le seul gestionnaire de réseaux publics de distribution concerné sur les zones de l'expérimentation ;</p> <p>Les autorités concédants : les collectivités concédantes sont, pour la Touraine, le SIEIL 37 et, pour la région lyonnaise, la Ville de Lyon et le SIGERLY ;</p> <p>Les équipementiers : les fournisseurs de compteurs retenus sont les entreprises <i>Iskraemeco</i> (compteur monophasé), <i>Itron-Actaris</i> (compteurs monophasé et triphasé) et <i>Landis+Gyr</i> (compteurs monophasé et triphasé). Les deux derniers sont aussi fournisseur de concentrateurs. L'intégrateur logiciel est la société <i>Atos Origin</i> ;</p> <p>Les installateurs : les compteurs sont posés par des entreprises locales retenues après appel d'offres (5 entreprises pour chaque zone) ;</p> <p>Consommateurs ;<sup>285</sup></p> <p>Le Groupe de Travail Électricité (GTE), sous-groupe « Comptage », et le Groupe de Travail Consommateurs (GTC), sous-groupe Maîtrise de l'Énergie (MDE), chargé de suivi de l'expérience qui font partie de la CRE.<sup>286</sup></p>
<b>Processus de mise en œuvre</b>	<p>-En 2007, il y a eu une communication de la CRE à ERDF en demandant une expérimentation dans ce contexte.</p> <p>-Par la suite, il y a eu le 11 Février 2010, une élaboration d'une délibération par la CRE qui comprend des orientations sur les modalités de réalisation et l'évaluation de l'expérimentation.<sup>287</sup> Cette délibération est accompagnée par une grille d'analyse compétente et comportée un volet « Information des consommateurs ». « Cette analyse pourra être croisée avec celles des associations locales de consommateurs, des autorités concédantes, de leaders d'opinion, et du Médiateur de l'énergie ». <sup>288</sup></p> <p>-Le 08 Mars 2010, le premier compteur de type Linky d'ERDF a été mis en place dans une optique de l'amélioration de l'efficacité énergétique.</p> <p>-Le projet se déroule en 2 grandes phases : Une phase d'expérimentation en 2010-2011 pendant laquelle ERDF teste le système dans deux zones pilotes (zone rurale dans la région de Tours et en zone urbaine dans l'agglomération de Lyon). 300 000 compteurs ont été installés en 6 mois en 2010 au rythme de 3 000 par jour et 4600 concentrateurs ont été testés.</p> <p>Une phase de déploiement généralisé à partir de début 2012, dans le meilleur des cas, de 35 millions de compteurs et 700 000 concentrateurs. Cette phase devrait s'achever au plus tôt à l'horizon 2017. <sup>289</sup></p> <p>-Avant la phase de déploiement général en Janvier 2011, le compteur Linky a été en mode communicant pour les fournisseurs. En Mars de la même année, il y a eu un retour d'expérience de la CRE.<sup>290</sup> Le projet a été évalué en juin 2011, cette évaluation est réalisée par le « Dossier d'évaluation de l'expérimentation Linky », et mis en place un bilan qui se révèle conforme aux attentes sur le plan technique, malgré que certaines fonctionnalités n'ont pu être testées dans leur configuration cible, et l'opération était équilibrée économiquement avec un léger gain de 0,1 Md€. </p>

<sup>284</sup> Vandromme, Dany. 2015. *État de l'art sur les fonctionnalités et le déploiement des compteurs intelligents (eau, gaz et électricité)*. [Projet de Physique P6 STPI/P6/] France : INSA de Rouen, 2015. 26-12-2019

<sup>285</sup> GRIDS-CRE, S. (2018-12-14). Focus sur l'expérimentation Linky en France-. Récupéré sur Smart Grids: <http://www.smartgrids-cre.fr/index.php?p=compteurs-linky>. Consulté 19-12-2019

<sup>286</sup> Dufay, Bernard Flury-Hérard - Jean-Pierre. 16 janvier 2017. *Le déploiement du compteur Linky*. [Rapport] France : Conseil général de l'Environnement et du Développement durable CGEDD, 16 janvier 2017.

<sup>287</sup> GRIDS-CRE, S. (2018-12-14). Focus sur l'expérimentation Linky en France-. Récupéré sur Smart Grids: <http://www.smartgrids-cre.fr/index.php?p=compteurs-linky>. Consulté 19-12-2019

<sup>288</sup> Dufay, Bernard Flury-Hérard - Jean-Pierre. 16 janvier 2017. *Le déploiement du compteur Linky*. [Rapport] France : Conseil général de l'Environnement et du Développement durable CGEDD, 16 janvier 2017.

<sup>289</sup> Pol-Hervé Floch, H. S.-S. (28 février 2011). *Étude économique à long terme pour la mise en place de compteurs intelligents dans les réseaux électriques et gaziers, Rapport final, Version 1.1 préparé par le Ministère de l'Économie et du Commerce Extérieur du Luxembourg*. Luxembourg: Schwartz and Co.

<sup>290</sup> GRIDS-CRE, S. (2018-12-14). Focus sur l'expérimentation Linky en France-. Récupéré sur Smart Grids: <http://www.smartgrids-cre.fr/index.php?p=compteurs-linky>. Consulté 19-12-2019

	<p>-L'ADEME a intervenu pour orienter les spécifications vers une prise en compte des besoins de maîtrise de l'énergie et les besoins des consommateurs et dont elles se sont arrêtées dans la période suivant l'expérimentation, et ajustées dans les années 2012 à 2015.</p> <p>-En fin 2016, 1572 000 compteurs sont installés dont les chiffres d'expérience de 2010-2011 est inclus. <sup>291</sup></p>
<b>Evaluation</b>	A travers l'analyse CBA, le résultat a été positif, le pays a atteint son objectif en terme d'installation des smart meters et 72 % des personnes interrogées ont approuvées leur satisfaction pour ces nouveaux compteurs. <sup>292</sup>

Tableau 05 : Analyse du déploiement de smart meters en Australie

<b>4. Australie</b>	
<b>Description du projet</b>	<p>En Australie a opté pour l'adoption des smart meters suite au problème politique critiqué et en réponse aux pénuries d'énergie de 2006-2007, des compteurs qui dégagent plus d'avantages que les couts. <sup>293</sup> Le pays est considéré comme un « pionnier » mondial en ce qui concerne la composante informatique du programme AMI.</p> <p>L'Australie comme nombreux pays développés ont connu un vieillissement de l'infrastructure du réseau australien ce qui a mené à la nécessité de moderniser des infrastructures, et dont elle est en cour par l'État depuis 2009.<sup>294</sup></p> <p>Evolués par l'État du Victoria. En avril 2009, le déploiement a été lancé pour un remplacement de 2.5 millions de compteurs et d'ici 2013 les smart meters seront tous installés dans tous les ménages et les petites entreprises. Les couts de déploiement vont être supporter par les consommateurs finaux y compris le coût du smart meter lui-même via les coûts de distribution qui ont augmenté, et le déploiement était argumenté par l'émission de factures précises et une meilleure connaissance de la consommation pour les clients, la capacité de télé-relève et une meilleure gestion de la demande pour les gestionnaires de réseau. <sup>295</sup></p> <p>Le succès du déploiement du projet en Victoria repose sur des avantages consacrés au client comme : la réduction des frais de comptage, la prise en charge de nouvelles technologies, la visibilité des données de consommation. Le service public local AusNet Services a généré des économies de plus de 26 millions de dollars australiens par an. <sup>296</sup></p> <p>Le projet vise l'amélioration de la sécurité, de la fiabilité et de l'économie des opérations du réseau électrique. Il prend de l'ampleur sur le plan technologique que le programme AMI contrairement aux autres initiatives étatiques qui sont relativement petites et semblent quelque peu hésitantes.<sup>297</sup></p>

<sup>291</sup> Dufay, Bernard Flury-Hérard - Jean-Pierre. 16 janvier 2017. *Le déploiement du compteur Linky*. [Rapport] France : Conseil général de l'Environnement et du Développement durable CGEDD, 16 janvier 2017.

<sup>292</sup> IDEM (Dufay, Bernard Flury-Hérard - Jean-Pierre. 16 janvier 2017)

<sup>293</sup> Bartels, Guido. 2012. *The Global Smart Grid Federation 2012 REPORT*. [Rapport] Canada : SmartGrid Canada, 2012.

<sup>294</sup> Clarion Energy. Mars 2019. *Prendre du retard 'en dessous'*. [Article] s.l. : Smart Energy International , 28 Juin Mars 2019. Consulté 07-01-2020

<sup>295</sup> GRIDS-CRE, S. (2018-12-14). Les projets de compteurs évolués en Europe-. Récupéré sur Smart Grids: <http://www.smartgrids-cre.fr/index.php?p=compteurs-europe>. Consulté 16-11-2019

<sup>296</sup> Clarion Energy. Mars 2019. *Prendre du retard 'en dessous'*. [Article] s.l. : Smart Energy International , 28 Juin Mars 2019. Consulté 07-01-2020

<sup>297</sup> Phil James. 2011 . *THE ROAD TO SMART METERING IN AUSTRALIA*. [Article] Ausstralia : Metering International Issue-1, 2011 . Consulté 07-01-2020

	<p>L'intérêt du pays pour l'installation de ces compteurs avancés au début des années 2000 réside dans l'optique de la nationalisation et de libéralisation du secteur de l'électricité et également les préoccupations croissantes concernant les coûts d'infrastructure pour répondre aux demandes de charge de pointe et réduction des gaz à effet de serre pour les compteurs les plus sophistiqués.</p> <p>Les facturations de l'installation des smart meters par des entreprises de distribution avec des clients ont été payé à l'avance 760 \$ AUD pour le compteur (VAGO 2015). Plusieurs règles ont pris en charge par le gouvernement dans le cadre de l'acceptation sociale de ces nouvelles technologies dont la réaction des consommateurs était négative.<sup>298</sup></p> <p>Les consommateurs devaient payer les frais de l'installation des nouveaux compteurs à l'avance et obligatoirement, les détaillants d'électricité sont tenus de répercuter les frais de comptage avancé sur les consommateurs depuis le 1er janvier 2010. Et cela malgré le fait que le distributeur d'électricité est propriétaire du compteur, et non le consommateur. Un rapport sur le projet en 2011 indiquant un coût de 2,3 milliards de dollars<sup>299</sup></p>
<b>Fonctionnalités</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-La mesure de la consommation d'électricité à des intervalles de trente minutes ;</li> <li>-Réception et diffusion des données de la consommation sans fil à distance ;</li> <li>-Une tarification réelle de la consommation au moment de l'utilisation afin de façonner la demande des clients ;</li> <li>-Des composants électroniques vulnérables utilisant des communications sans fil bidirectionnelles pour changer des données ;</li> <li>-Faire améliorer la disponibilité des unités d'affichage à domicile ;</li> <li>-Communication sans fil avec les systèmes informatiques complexes (back-end) en s'appuyant sur un logiciel ;</li> <li>-Des applications comprennent les détecteurs de mouvement, la vidéosurveillance, les haut-parleurs sans fil, les microphones sans fil, le suivi du matériel roulant (chemins de fer), les systèmes d'alarme et les téléphones sans fil.<sup>300</sup></li> </ul>
<b>Acteurs</b>	<p>Le Conseil ministériel de l'énergie (MCE) qui a approuvé les déploiements de smart meters;</p> <p>Les distributeurs qui dirigent les smart meters;<sup>301</sup></p> <p>Victorian Essential Services Commission ;</p> <p>Le gouvernement de l'État de Victoria ;</p> <p>Le Conseil des gouvernements australiens (COAG)</p> <p>Les consultants CRA International et Impaq Consulting, chargé de produire une étude coûts-avantages du déploiement de compteurs avancés ;</p> <p>Consommateurs au centre des préoccupations.<sup>302</sup></p>
<b>Processus de mise en œuvre</b>	<p>-Au début des années 2000, le Conseil des gouvernements australiens (COAG) a commandé une étude du marché de l'énergie (la revue Parer) qui préconisait le déploiement obligatoire des compteurs d'intervalle aux ménages et aux petites entreprises pour augmenter la demande participation au nouveau marché national de l'électricité.</p>

<sup>298</sup> Svenja Keele, Dr Sangeetha Chandra-Shekeran and Dr Anne Kallies (RMIT), November 2018 . *Australian Smart Meter Experience : Summary of Resources* . Australia : Energy Transition Hub, November 2018 . Consulté 07-01-2020

<sup>299</sup> SMART METERS IN VICTORIA: INFORMATION AND CONCERNS, Version 3: Updated March 2013 Janobai Smith, BEc Monash, Cert. EMF Testing 29 March 2013

<sup>300</sup> SMART METERS IN VICTORIA: INFORMATION AND CONCERNS, Version 3: Updated March 2013 Janobai Smith, BEc Monash, Cert. EMF Testing 29 March 2013

<sup>301</sup> Phil James. 2011 . *THE ROAD TO SMART METERING IN AUSTRALIA*. [Article] Australia : Metering International Issue-1, 2011 . Consulté 07-01-2020

<sup>302</sup> Svenja Keele, Dr Sangeetha Chandra-Shekeran and Dr Anne Kallies (RMIT), November 2018 . *Australian Smart Meter Experience : Summary of Resources* . Australia : Energy Transition Hub, November 2018 . Consulté 07-01-2020

	<p>-Ultérieurement, entre 2002 et 2006, des travaux au niveau national ont été effectués afin de soutenir la mise en œuvre de nouveaux dispositifs de mesure qui signifient les smart meters, qui étaient envisagés au lieu des compteurs à intervalles afin de garantir une panoplie d'avantages pour les clients et le réseau.</p> <p>-En 2004, il y a eu la publication du the Victorian Essential Services Commission (ESC) en soutenant le déploiement obligatoire de la nouvelle technologie de mesure d'intervalle à lecture manuelle dans l'optique d'augmenter la concurrence au détail et de réaliser de meilleures économies d'échelle dans l'achat et le déploiement des compteurs.</p> <p>-En 2005, une étude coûts-avantages du déploiement de compteurs avancés avec des capacités de communication bidirectionnelles a été effectuée par le gouvernement de l'État de Victoria qui a désigné les consultants CRA International et Impaq Consulting.</p> <p>-En 2006, le gouvernement a approuvé le déploiement des compteurs intelligents en élargissant la décision de l'ESC et les rendre obligatoire pour chaque foyer et petite entreprise.<sup>303</sup></p> <p>-Plusieurs analyses coûts-avantages ont été effectuées, ou on note que les avantages sont beaucoup plus par rapport aux coûts dépensés<sup>304</sup></p> <p>-Par la suite, en 2007 le COAG s'est engagé à déployer des compteurs intelligents d'électricité dans les régions où les avantages dépassaient les coûts (AEMO 2008).</p> <p>-Des études nationales sur les avantages et les coûts des compteurs intelligents ont été commandées, et des arguments économiques ont été avancés pour évaluer et piloter les smart meters. Ces analyses coûts-avantages, principalement effectuées par des consultants externes, représentaient une technologie clé dans l'élaboration des politiques relatives aux smart meters en général.</p> <p>-De nombreux programmes ultérieurs de déploiement de smart meters ont été élaborés et faisant l'objet de telles analyses, notamment le programme Smart Grid Smart City et le programme Advanced Metering Infrastructure de Victoria. Par la suite, il y a eu l'annonce d'un programme national de smart meters afin de coordonner ces projets pilotes, notamment l'initiative Smart Grid Smart City et le système de comptage avancé de Victoria.</p> <p>-En 2009, afin de faciliter les changements de la législation, un changement aux règles nationales de l'électricité a été effectué pour rendre le déploiement des smart meters obligatoire.</p> <p>-Un manque de sensibilisation des consommateurs des avantages des smart meters a été constaté.<sup>305</sup></p> <p>-D'après le son résumé d'audit du projet AMI de novembre 2009 effectué par le vérificateur général, l'étude coûts-avantages à l'origine de la décision AMI a été modifiée et viciée, et il a noté qu'une différence flagrante entre les estimations économiques de l'industrie et les études réalisées dans Victoria et au niveau national » (Victorian Auditor-General 2009, p. 4).<sup>306</sup></p>
<b>Evaluation</b>	<p>À travers l'analyse CBA en 2013 pour l'installation des smart meters, le résultat est positif, contrairement au résultat de 2018 qui a été négatif.</p> <p>Ceci n'empêche que c'est montré selon plusieurs études, la décision victorienne de déployer des smart meters était mal planifiée et les technologies des smart meters étaient insuffisantes.<sup>307</sup></p>

<sup>303</sup> Svenja Keele, Dr Sangeetha Chandra-Shekeran and Dr Anne Kallies (RMIT), November 2018 . *Australian Smart Meter Experience : Summary of Resources* . Australia : Energy Transition Hub, November 2018 . Consulté 07-01-2020

<sup>304</sup> Bartels, Guido. 2012. *The Global Smart Grid Federation 2012 REPORT*. [Rapport] Canada : SmartGrid Canada, 2012.

<sup>305</sup> Svenja Keele, Dr Sangeetha Chandra-Shekeran and Dr Anne Kallies (RMIT), November 2018 . *Australian Smart Meter Experience : Summary of Resources* . Australia : Energy Transition Hub, November 2018 . Consulté 07-01-2020

<sup>306</sup> SMART METERS IN VICTORIA: INFORMATION AND CONCERNS, Version 3: Updated March 2013 Janobai Smith, BEc Monash, Cert. EMF Testing 29 March 2013

<sup>307</sup> SMART METERS IN VICTORIA: INFORMATION AND CONCERNS, Version 3: Updated March 2013 Janobai Smith, BEc Monash, Cert. EMF Testing 29 March 2013

## **Conclusion**

A travers ce chapitre analytique, nous avons pu premièrement décrire plusieurs stratégies de smart metering dans divers pays dans le monde. Ces stratégies se diffèrent selon le contexte et la politique de chaque pays. Nous avons également démontré les obstacles de chaque installation de smart metering notamment le financement, l'acceptation par les citoyens et leurs générations. Nous avons opté pour ce chapitre afin d'évaluer l'apport de l'installation des smart meters en étrangers.

De plus, nous avons sélectionné quatre projets de smart meters à travers une grille d'objectifs, ou nous avons ciblé à travers ces exemples l'évaluation de la mise en œuvre des smart meters et l'apport de l'installation. A travers cela nous allons établir une grille de mise en œuvre qui permettra d'évaluer par la suite le cas d'étude.

## **CHAPITRE 6 : Evaluation du site pilote des smart meters de Diar El Bahri**

### **Introduction**

Le dernier chapitre de notre mémoire de recherche traite du cas d'étude choisi et l'évalue selon la grille de mise en œuvre des smart meters que nous avons élaborée dans le chapitre précédent. Tout d'abord, nous présentons le projet de Diar el Bahri, sa situation, son fonctionnement, le type des compteurs choisi au sein du projet, sa mise en œuvre également tous les acteurs impliqués dans l'élaboration du projet.

Ensuite, nous allons faire une superposition des étapes de mise en œuvre du cas d'étude avec les critères de mise en œuvre à partir des exemples choisis et étudiés en détails dans un but de comparer et d'évaluer le cas d'étude de Blida.

## 1. Algérie, une assiette d'expérimentation de nouvelles technologies

Actuellement, l'Algérie se lance enfin dans les projets des nouvelles technologies en s'appuyant sur l'expérience des autres pays où les smart meters ont été déjà déployés et où des recherches et des résultats ont déjà été obtenus. Ceci permettra d'éviter les erreurs commises dans d'autres pays. Il demeure tout de même important d'effectuer des recherches dans le contexte local afin de mieux adapter les stratégies et les méthodes.

En dehors du programme de l'efficacité énergétique, l'Algérie à travers la Société nationale de l'électricité et du gaz algérienne (Sonelgaz – entreprise chargée de la production, du transport et de la distribution de l'électricité et du gaz) s'est engagée dans une démarche globale de « SMART GRID » dans un cadre de modernisation des réseaux et gestion intelligente des ressources. L'engagement du pays dans ces nouvelles technologies ne présente aucune prescription pour le financement et les coûts. Dans ce contexte, la nouvelle expérience s'est divisée entre une partie empirique et une partie d'études théoriques. Pour le premier cas, elle a lancé, en janvier 2010, un projet-pilote de compteurs évolués auprès de 1 800 clients de la Wilaya de Blida (collectivité territoriale algérienne située au Nord du pays), mais faute de moyens le nombre de clients (smart meters) s'est réduit à approximativement 250 et le projet a été mis en œuvre en 2016, pour être enfin achevé en 2018. Ce nouveau système de comptage, garantira le relevé à distance des données de comptage des abonnés de Sonelgaz.<sup>308</sup> Le projet sera un moyen d'expérimentation des possibilités de généralisation de ces compteurs dans notre pays et devrait se diversifier sur plusieurs contextes et secteurs du pays.

Quant à la Société de distribution de l'électricité et du gaz d'Alger (SDA – filiale du groupe Sonelgaz), a lancé en 2012, plusieurs projets visant l'optimisation de la conduite et l'exploitation de ses réseaux d'électricité dans la région de la Wilaya d'Alger car elle représente la première région consommatrice d'électricité en Algérie avec près de 15 % de la consommation nationale et une augmentation annuelle de près de 10 % ces dernières années.

Ces projets concernent : <sup>309</sup>

---

<sup>308</sup> Responsable Sonelgaz -côté technique -

<sup>309</sup> **GRIDS-CRE, S. (2018-12-14).** Les projets de compteurs évolués en Europe-. Récupéré sur Smart Grids: <http://www.smartgrids-cre.fr/index.php?p=compteurs-europe>. Consulté 16-11-2019

- L'ajustement de l'architecture du système de télé-conduite à l'évolution technologique et aux nouveaux enjeux relatifs aux réseaux intelligents. Pour 2012, l'objectif vise à tripler les postes de distribution HTA/BT télécommandés pour atteindre un taux de près de 30 %. De plus, l'intégration de détecteurs télé-signalés sur plus de 85 % des postes de distribution HTA/BT afin de diminuer des déplacements des techniciens et les manœuvres manuelles pour localiser les incidents ;
- L'introduction d'un système de télégestion des compteurs dont il sera déployé à partir de 2014 pour les clients industriels (environ 6 000 clients) et dans 85 % des postes de distribution HTA/BT, et sera généralisé aux clients raccordés aux réseaux BT (plus de 700 000 clients) à partir de 2017 ;
- La réalisation d'un centre d'appels pour la gestion de la relation clientèle, afin de pouvoir récolter tous types de réclamations et informations nécessaires en temps réel permettant une réponse rapide.

De plus, dans une optique de mettre en place un nouveau compteur algérien, l'Algérie se projette dans nombreuses études de collaboration et de partenariat de compétences scientifiques, ceci est sous la tutelle du politique du groupe Sonelgaz dont il vise à mettre en place un réseau de compétences nationales pour répondre aux besoins spécifiques du groupe, parmi ces relations collaboratives, on cite : <sup>310</sup>

1. Partenariat avec l'Université de M'hamed Bougara de Boumerdes « UMBB » afin de développer un système de comptage de l'énergie électrique ou Smart Meter qui représente un compteur 100% Algérien permettant le relevé de la consommation d'énergie à distance et détectant de la fraude et ceci dans un objectif d'optimisation de l'efficacité énergétique.

2. Partenariat avec l'Université des Sciences et de la Technologie de Houari Boumediène « USTHB » qui propose de mettre en place une chaîne d'outils de calcul du fonctionnement du réseau de transport de l'électricité c'est un logiciel qui sera capable de réaliser les calculs de base exigés par les exploitants et les développeurs et/ou planificateurs des réseaux électriques (avancement du projet est à 80% de finalisation). Ainsi que la réalisation d'une étude de l'impact de l'intégration des centrales photovoltaïques sur le réseau isolé du Sud. Et en dernier lieu, une élaboration d'un logiciel de simulation de la stabilité des centrales de production

---

<sup>310</sup> SONELGAZ, ELIT.spa - Société du groupe. CREDEG Centre de Recherche et de Développement de l'Electricité et du Gaz. *Universités nationales*. [En ligne] [Citation : 14 11 2019.] <http://www.credeg.dz/?page=article&id=90>.

d'électricité en régimes perturbés dont l'objectif est de développer un logiciel d'analyse de la stabilité des groupes de production.<sup>311</sup>

3. Partenariat entre la Sonelgaz et l'université Hassiba-Ben-Bouali de Chlef, dans un cadre de fabrication d'un compteur de gaz évolué, il a été signée en novembre 2012. Ce partenariat est axé sur la production d'un compteur de gaz évolué, qui accompagne le système de comptage électrique. Ce nouveau système permettra d'agir à distance en faisant des coupures de gaz à distance et établir des factures personnalisées mensuellement. Le déploiement des compteurs de gaz concernera 7 millions de clients et s'étalera sur une durée de 15 ans approximativement.<sup>312</sup>

En dépit de tout cela, Sonelgaz fournit des efforts multiples afin de poursuivre les pays en termes des avancées technologiques et des innovations. Cela s'illustre à travers l'annonce de la mise en service d'un smart meter à gaz en 29 Novembre 2018, conçu par les chercheurs de CDTA en collaboration avec le Credeg. Cette étude nécessite une durée de quatre ans de recherche déclaré par Chouti Merad ; Directeur Général du CDTA ; une expérience innovante et utile. Selon lui, cette expérience représente une révolution technologique qui se projette dans le système de comptage local à l'horizon de 2022. Le compteur représente également un système qui communique localement et à distance et qui contrôle et gère précisément et quotidiennement la consommation des ménages. Il peut être mis sur le compteur déjà installé ou préalablement intégré. Ce dispositif permettrait aux agents de Sonelgaz de ne pas se déplacer et de relever les consommations à distance. De plus, il participe dans l'économie de la consommation énergétique et l'amélioration de l'efficacité énergétique tout en impliquant les consommateurs pour gérer et faire attention de sa consommation. En ce qui concerne la facturation, à travers ce dispositif, elle deviendra réelle, plus simple et plus fiable. Cette innovation s'inscrit dans l'objectif du ministre de l'énergie Mustapha Guitouni, dans l'optique d'aller à l'avenir vers une augmentation des tarifs de l'électricité.<sup>313</sup>

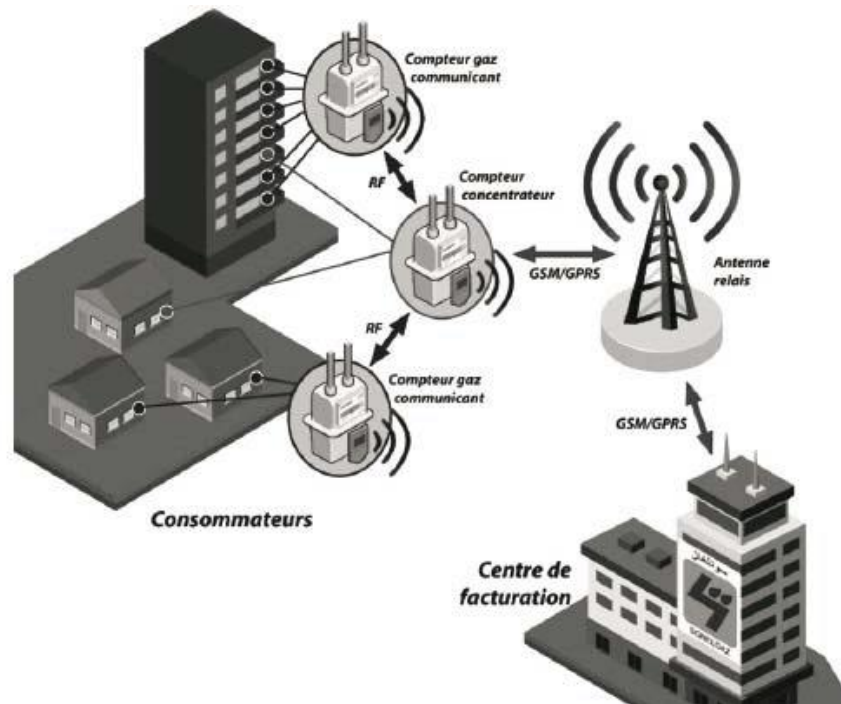
---

<sup>311</sup> **SONELGAZ, ELIT.spa - Société du groupe.** CREDEG Centre de Recherche et de Développement de l'Electricité et du Gaz. *Universités nationales*. [En ligne] [Citation : 14 11 2019.] <http://www.credeg.dz/?page=article&id=90>.

<sup>312</sup> **GRIDS-CRE, S. (2018-12-14).** Les projets de compteurs évolués en Europe-. Récupéré sur Smart Grids: <http://www.smartgrids-cre.fr/index.php?p=compteurs-europe>. Consulté 16-11-2019

<sup>313</sup> *Compteur gaz intelligent : La «petite révolution technologique» du CDTA.* **OUAHIBA BOUGHALIA. 2018.** Alger : El Watan, 19 DÉCEMBRE 2018.

Plusieurs contraintes sont engendrés par l'installations de ces projets entre autres les problèmes liés aux autorisations d'importation des équipements de communication et de fréquence, ainsi que la limitation en terme de volume et de fonctionnalités.



**Figure 28 :** Compteur gaz intelligent -révolution technologique du CDTA  
**Source :** (OUAHIBA BOUGHALIA. 2018)

Parmi ces initiatives, un seul projet des smart meters au sein du secteur résidentiel en Algérie qui a été mis en œuvre à Blida.

La Wilaya de Blida a été sélectionnée pour le lancement d'une opération pilote du système de gestion intelligente des réseaux de distribution d'électricité dont ceci est aujourd'hui une question primordiale dans le contexte de la crise, où la stabilisation de la demande en énergie est décisive, et cela est évident grâce au programme de l'intégration des énergies renouvelables.

## 2. Choix du cas d'étude : le site pilote de Diar El Bahri de Blida

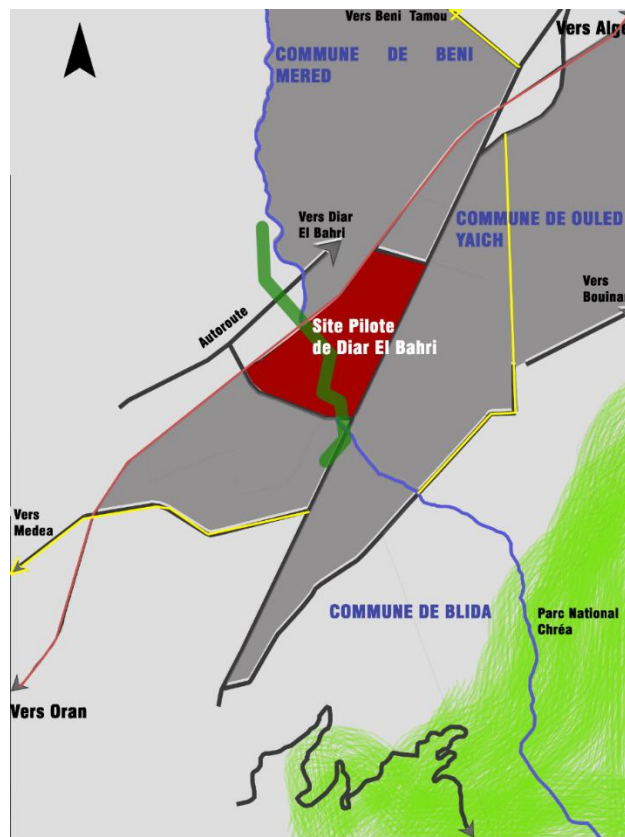
### 2.1. Cas d'étude, situation

La wilaya de Blida est située près de 50 Km de la wilaya d'Alger, limitée au Sud par la grande chaîne de montagne de l'Atlas Blidéen ainsi que par la wilaya de Médéa et la commune de Chréa. Au Nord par les communes d'Oued El Alleug et de Béni-Tamou, à l'Ouest par la commune de la Chiffa et à l'Est par les trois communes de Boufarik, Guerrouaou et soumaa.

La ville de Blida fût classée Chef-lieu de commune de plein exercice le 15 Avril 1848 où elle comprenait alors quatre secteurs urbains éparpillés à travers son territoire comme suit :

- a) JOINVILLE (actuellement Centre de ZABANA)
- b) DALMATIE (actuellement commune d'OULED YAICH)
- c) MONT-PENSIER (Actuellement Centre de BEN-BOULAID)
- d) BENI-MERED (actuellement commune de BENI-MERED)

Le centre de Béni-Mered fût détaché de la commune de Blida et classé en Chef-lieu de commune mère Blida, adoptant comme cité principale la cité de Diar el Bahri.<sup>314</sup>

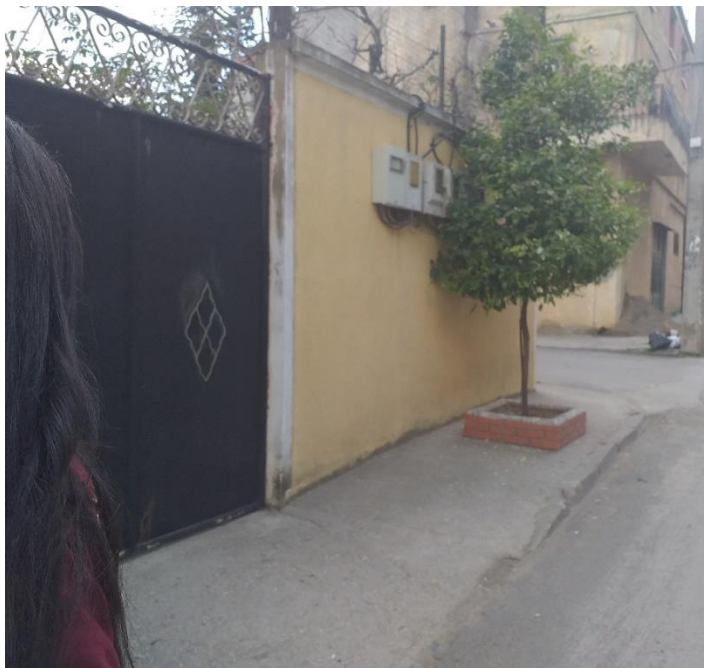


**Figure 29 :** Carte de situation de site de Diar El Bahri  
**Source :** Auteur 2019 à partir du pos de Béni Merèd

Le choix du cas d'étude a été opté pour le site de Diar El Bahri des smart meters de Blida, commune de Beni Mered car il représente le seul site pilote en Algérie qui adopte des compteurs communicants au sein du secteur résidentiel, néanmoins il existe d'autres projets pilotes de compteurs intelligents établis au niveau du secteur industriel.

<sup>314</sup> PDAU DU GRAND BLIDA, DIAGNOSTIC

Le choix du site lui-même est porté sur sa diversité en terme de types de consommation à savoir un côté dédié à l’habitation individuel et un autre pour un immeuble collectif. En plus de cela, le site se situe à proximité d’un poste de distribution publique du réseau électrique ayant une source de très haute tension et dont les clients sont attachés.<sup>315</sup>



**Figure 30,31, 32 et 33** : Les smart meters installés au sein du quartier de Diar El Bahri

**Source** : Auteur 2019

<sup>315</sup> Responsable Sonelgaz -côté technique -



**Figure 34 :** Les anciens et les nouveaux compteurs installés mitoyens  
**Source :** Auteur 2019



**Figure 35 :** Un zoom sur le nouveau compteur  
**Source :** Auteur 2019

## 2.2. Description du site pilote des smart meters

Le site pilote des smart meters de Diar El Bahri représente une expérimentation ou un test de faisabilité de différentes technologies de communication. Il a été lancé par l'initiative de la direction de Sonelgaz, en choisissant la wilaya de Blida comme wilaya-pilote pour le lancement du projet promoteur appelé « le compteur intelligent » et cette expérience sera généralisée à l'ensemble du territoire national. Une enveloppe près de 100 milliards de centimes a été dégagée pour pouvoir augmenter sa capacité de transport d'électricité dont une partie sera réservée à l'entretien du réseau électrique et de gaz existant.<sup>316</sup> Lancé en 2016 pour une période de 2 ans, une durée qui était nécessaire pour faire l'étude, la validation d'équipements, approbation de l'architecture du système, le déploiement du matériel et en fin réaliser des essais et tests.

Le projet s'inscrit dans une démarche globale de « SMART GRID », dont cette expérience représente une étape test réelle en plus d'études théoriques qui sont en train de s'effectuer aux niveau des universités à titre d'exemple l'université de Boumerdes et de Chlef.<sup>317</sup>

## 2.3. Fonctionnement des compteurs

Les smart meters sont de marque –Huawei- ont été installés pour un nombre de 200 à 250 approximativement, sur un tissu mixte en terme de types d'habitations à savoir le collectif et l'individuel, l'idée était de ramener un partenaire étranger qui est considéré parmi les premiers en TIC. L'installation de ces derniers a été fait sur l'existant, en laissant les compteurs initiaux et en ajoutant les nouveaux. Ce nouveau système de comptage, permettra de relever à distance les données de comptage des abonnés de Sonelgaz et les transmettre vers un concentrateur par le CPL (ou PLC : Courant porteur en ligne), pour l'acheminement vers le centre de traitement.

L'ensemble de compteurs est rattaché à un seul équipement installé dans le poste de transformation électrique, appelé concentrateur de données « DCU: Data concentrator unit », ce dernier a pour rôle, la collecte des informations depuis les compteurs "communicants" puis leurs envois au serveur de traitement automatique (ordinateur), tout en sachant par exemple

---

<sup>316</sup> Sonelgaz, Direction de. Consulté 10-12-2019. *AMÉLIORATION DE LA DISTRIBUTION ÉLECTRIQUE DANS LA WILAYA DE BLIDA* Sonelgaz lance "le compteur intelligent". [Article] Blida : L'ALGÉRIE PROFONDE , Consulté 10-12-2019.

<sup>317</sup> Responsable Sonelgaz -côté technique -

qu'un compteur peut être utilisé dans certain cas comme relai pour un autre compteur éloigné ou distant, incapable d'envoyer les données au DCU, par ses propres moyens. Le compteur adopte d'autres fonctions à savoir la coupure à distance en cas de fraude à travers un mini-disjoncteur et dont ce dernier assure sa protection « auto-protecteur ».<sup>318</sup>

Les objectifs de ce test de faisabilité étaient principalement la télé relève qui signifie un relevé à distance diminuant le déplacement du technicien pour relever les informations des factures tout en réduisant les erreurs de collecte, et en dernier lieu, la détection de la fraude.<sup>319</sup> Selon Mustapha Guitouni « Président-Directeur Général de la Société nationale de distribution de gaz et d'électricité (Sonelgaz) » cette expérience, devant être généralisée à d'autres wilayas du pays, est inscrite au titre de la modernisation des prestations de la Sonelgaz et gestion intelligente des ressources.<sup>320</sup>

Selon Sonelgaz, l'intérêt de cette installation est de permettre l'affichage au niveau des agences de Sonelgaz la consommation quotidienne, hebdomadaire ou mensuels de l'énergie, et à partir de cela, la facture sera établie en temps réel, mais il sera également possible de détecter tout changement dans les habitudes de consommation pouvant être liés à la fraude et induire à économiser l'énergie grâce à la possibilité de suivi de la consommation par le client.<sup>321</sup>

---

<sup>318</sup> Responsable Sonelgaz -côté technique -

<sup>319</sup> Responsable Sonelgaz -côté commercial -

<sup>320</sup> Blida / *Energie électrique : Les compteurs intelligents arrivent.* **Guitouni, Mustapha. 06 - 10 - 2016.** Algérie : Info Soir, 06 - 10 - 2016.

<sup>321</sup> **Imès, Nawal. 2018.** *Sonelgaz: Bientôt des compteurs «intelligents» !* [Article] Algérie : ALGERIE 360°, 2018.



Figure 36 : Carte de délimitation de la zone d'étude "Diar El Bahri"  
 Source : Auteur 2019 à partir de Google Earth

## 2.4. La mise en œuvre des compteurs

Il s'agit en premier lieu d'établir une feuille de route sous forme d'un cahier des charges pour spécifier les besoins, les fonctions à utiliser, les moyens à déployer, les délais, les tests à effectuer puis les conclusions et résultats. Par la suite, une information d'une partie des consommateurs pour l'installation des nouveaux compteurs est effectuée seulement dans les domiciles où se trouvent les compteurs à l'intérieur. Et en dernier lieu, l'installation des nouveaux compteurs tout en gardant les anciens.<sup>322</sup>

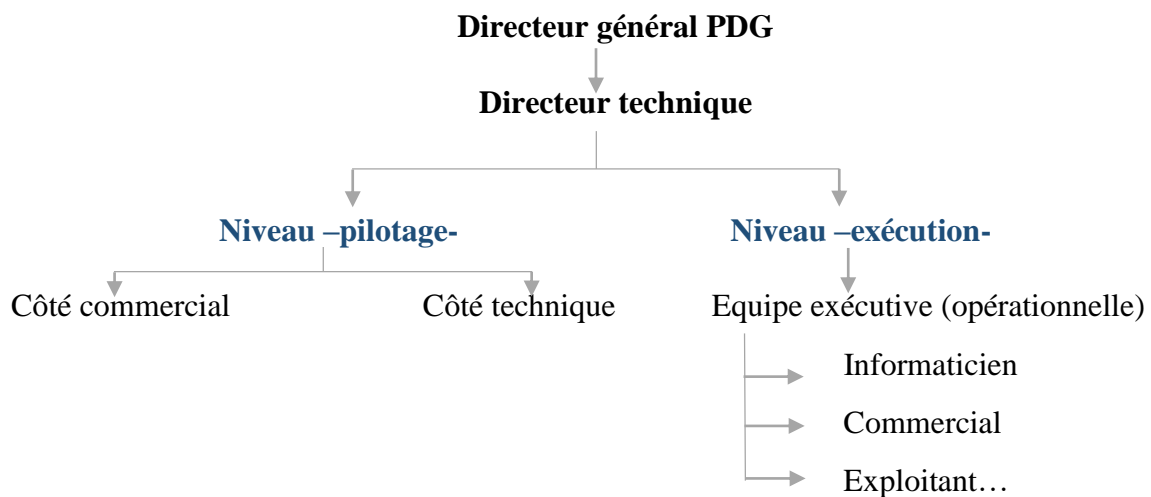
La mise en place des smart meters dépasse le fait d'améliorer les prestations de services à l'endroit des consommateurs finaux d'électricité mais c'est plutôt pour sensibiliser les gens à l'échelle nationale à l'importance d'atteindre l'EE avec l'exploitation rationnelle de la consommation énergétique pour résoudre la crise énergétique.<sup>323</sup>

## 2.5. Chaines d'acteurs

**Fournisseur** : ceci représente l'entreprise de Huawei dont en plus de sa fourniture des compteurs, elle a participé dans l'étude du projet et la proposition des solutions.

**Universités** : pour les études théoriques de tout le projet

**Distributeur** : Sonelgaz et ses filiales et ceci représenté dans le schéma suivant :



<sup>322</sup> Responsable Sonelgaz

<sup>323</sup> BELFERAG, Azzedine. 10 novembre 2016, . *Sonelgaz installe ses premiers compteurs intelligents*. [Article] Algérie : CAP ALGERIE DZ, 10 novembre 2016, Consulté 17-11-2019

### 3. Smart meter utilisé au sein du projet pilote

L'AMI représente la technologie de smart metering la plus récente. Il adopte une infrastructure et application avancées, il répond non seulement aux besoins actuels, mais aussi supporte l'évolution future<sup>324</sup>. C'est un système comprenant deux éléments importants qui sont:

- Smart meter : C'est une conception basée sur une plateforme matériel et logiciel avancée (comme un téléphone intelligent) qui supporte à la fois la lecture à distance, le contrôle à distance, anti-fraude, limite de charge, tarif multiple, ore-paiement, et la mise à niveau à distance.
- Communication a Haute Fiabilité : Il s'agit d'une communication Bidirectionnelle, en temps réel, support la notification rapide d'événement antifraude, lecture de données et de contrôle à distance.

#### 3.1.Tendance d'évolution des smart meters arrivant au AMI

**Phase I :** MMR (lecture manuelle du compteur /Lecture avec un terminal portable)

Cette phase représente une collecte d'information manuelle du compteur et exige un déplacement des techniciens sur site, c'est pourquoi la lecture est de très basse efficacité.

**Phase II :** AMR (Lecture automatique des compteurs)

Par la suite, la lecture est plus au moins évoluée et devient automatique à travers des fonctions simples en business et une communication unidirectionnelle mais le taux de succès très bas en lecture.

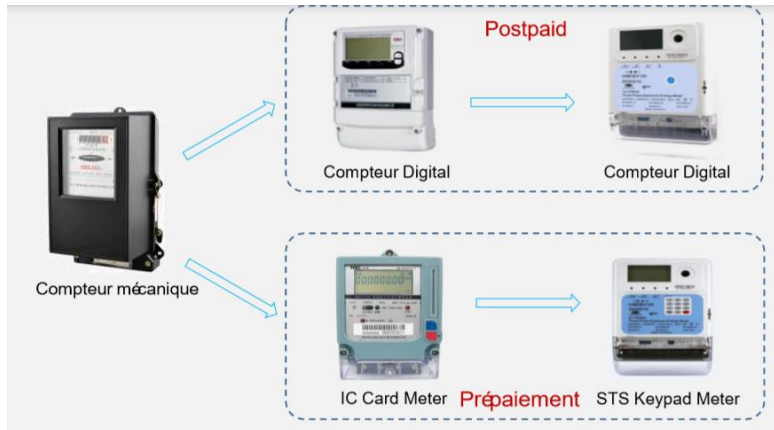
**Phase III :** AMI (Infrastructure de comptage avancée)

C'est une phase qu'on pourra qualifier comme très évoluée et ceci dans la mesure où elle supporte diverses fonctions avancées en business comme la gestion de la charge, la détection de la fraude, l'échange prépaiement. C'est une lecture bidirectionnelle avec communication en temps réel et un taux de succès de 100 %.

---

<sup>324</sup> Documents fournis par Sonelgaz

Le compteur a connu trois phases d'évolution dont en premier lieu le compteur mécanique, passant au digital allant jusqu'au smart meter.



**Figure 37** : Phase d'évolution des compteurs

**Source** : Documents fournis par Sonelgaz

**Tableau 06** : Comparaison entre les fonctions du smart meter et digital meter

Mesures	Smart meter	Digital meter
Energie Active (import / export)	+	+
Consommation Max	+	-
Valeurs réelles (tension, courant, puissance, facteur de puissance, fréquence...)	+	-
Restitution des informations (journalier ou mensuel)	+	-
Qualité de l'énergie	+	-
Profile de la charge	+	-
Enregistrement des évènements (coupure, défaut, etc.)	+	-

### 3.2. Nouvelles fonctions du smart meter

Ce qui diffère le smart meter des anciens compteurs, des nouvelles fonctions de mesure qui se mettent en position pour une meilleure analyse de l'utilisation électrique et qui sont comme suit :

- a) Gestion de charge à travers la coupure à distance en cas du retard de paiement et en cas de dépassement du seuil limité ;
- b) Mise à jour du firmware en ligne en l'améliorant afin de soutenir plus de fonctions et répondre aux besoins futurs comme le téléphone intelligent et dont ces mises à jour n'influent pas sur les fonctions de mesure ou les données ;

- c) Communication bidirectionnelle à distance en temps réel et en grande vitesse basé sur le protocole DLMS ;
- d. Configuration multi-tarifs, ceci consiste à pouvoir prendre en charge divers tarifs par les compteurs dont ces tarifs sont appliqués pour réguler les charges de point.

### **3.3. Avantages de AMI**

Les compteurs de type AMI présentent divers avantages à savoir :

- Anti-fraude, Réduire les Pertes de Ligne Non-Technique

Il s'agit d'un travail collaboratif entre les smart meters et la station maitre afin de détecter, analyser et identifier les différents vol d' électricité ou d'actions de sabotage pour que l'entreprise d'électricité d'empêche le vol d' électricité et réduit les pertes économiques.

- Raccourcir le Retard de Paiement, le Paiement plus Pratique

A l'intérieur du compteur se trouve un contacteur et il peut être contrôlé à distance par le système. La commande sera envoyée au compteur sans besoin d'opération sur place. Le système peut être mis à niveau en mode prépayé, et peut soutenir plus de canaux d'information et de paiement plus flexibles (Site Web, mobile, etc.) à l'avenir.

- Améliore l'Effacité au Travail

Dans une période de moins d'une journée, AMI permet la lecture automatique des données. Le système produit automatiquement des événements d'alarme et rapports des statistiques chaque jour. En cas des pannes et de défaut, le système peut prévenir les ingénieurs de maintenance sur son état par les différents modes (tels que E-mail, SMS, téléphone) mais encore il gère l'ensemble du processus de la manipulation

- Réduire la Charge de Pointe, Réaliser une Alimentation Electrique Fiable

Le système AMI pourrait réduire efficacement la charge de pointe ou de la déplacer à travers le tarif en temps d'utilisation, la limite de charge et le contrôle direct de la charge en période de pointe. Cela permettrait de réduire le temps de coupure et garantir l'alimentation de l'abonné.

**Tableau 07** : Comparaison entre AMI et AMR

Fonction	AMI	MMR/AMR
Période de lecture	Temps réel, Quotidien avec programmation	3 mois
Contrôle en temps réel	+	-
Détection de fraude en temps réel	+	-
Calcul quotidien des pertes	+	-
Limite de la charge et la gestion	+	-
Différents Canaux d'information et de paiement	+	-
Rajout de nouvelles fonctions en mettant à niveau du firmware du compteur en ligne	+	-

**Types de modes de paiement** : le paiement des factures électriques se fait selon deux types, post paiement ou Pré –paiement ;

- Pour le mode pré paiement, les médias de rechargement (exemple carte à puce ou clavier) sont généralement nécessaires ;
- Nouveau smart meter peut prendre en charge les échanges entre les modes de services post-payés et prépayés.

#### 4. Evaluation du projet (témoignage)

Selon un responsable de Sonelgaz –coté technique-, le projet a atteint ses objectifs qui consistaient principalement à tester des techniques du domaine SMART GRID et transmettre le savoir. Pour lui, les techniques utilisées dans la télégestion des compteurs sont récentes et le sujet de recherche demeure à l'état embryonnaire même dans les pays développés ce qui rend difficile sa normalisation ou standardisation. Le fait d'avoir un site pilote pour faire l'expérimentation de ces technologies, tester de nouvelles fonctionnalités afin de trouver des solutions aux défis et problématiques qui nous pénalise, telle que la relève des indexes des compteurs qui jusque-là se fait manuellement, la fraude, le recouvrement des factures et autres actions qui vont contribuer pleinement à l'amélioration de notre gestion.

Selon un autre témoignage, en visant une échelle plus haute et d'un point de vue de l'équipe commercial, l'expérimentation n'a pas réussi car le fournisseur n'a pas été en mesure de poursuivre l'expérimentation et tester toutes les technologies de communication prévues.

Pour les habitants du quartier, le projet n'a pas réussi car les déplacements des techniciens vers les domiciles pour relever la consommation depuis les compteurs se faisait toujours sur place, par conséquent l'objectif fixé de la télé-relève n'a pas été maintenu.

## 5. Evaluation du projet selon la grille de mise en œuvre

**Tableau 08 :** Evaluation de la mise en œuvre du cas d'étude

Critère de mise en œuvre prélevés à partir des exemples étrangers choisis	Projet des SM de Blida
Préparation d'un business plan ou plan d'affaires avec différents scénarios pour développer et mettre en œuvre un système de gestion automatique des compteurs capable de gérer l'ensemble des clients du réseau basse tension (Etablir une feuille de route ou un cahier des charges détaillé)	+
Elaboration des essais pour tester les différentes technologies et expériences des systèmes de gestion à distance des compteurs et en même temps d'acquérir une connaissance unique de la lecture à distance des compteurs en lançant des projets tests.	-
Publications des livres, des articles qui traitent le concept de la nouvelle technologie des smart meters et qui soutiennent son déploiement	-
Sensibilisation des consommateurs à travers un plan de communication efficace pour informer les clients sur les détails de la campagne de remplacement et faire reconnaître les avantages du comptage intelligent (campagne de sensibilisation) notamment l'accès aux données de la consommation et aux défis de ces derniers.	+/-
Elaboration de diverses réunions avec toutes les principales associations de clients pour être correctement informés	-
Elaboration des débats qui comprennent des orientations sur les modalités de réalisation et de mise en œuvre	-
Elaboration d'une analyse coûts/ avantages et l'avancement des arguments économiques pour évaluer les résultats de l'expérimentation avec ce qui a smart meters intelligents afin de participer par la suite dans l'élaboration des politiques relatives aux smart meters en général.	-
Intervention des organismes de l'énergie pour définir les besoins de maîtrise de l'énergie et les besoins des consommateurs	-
Des travaux supportés par le gouvernement au niveau national pour soutenir la mise en œuvre de ses smart meters	-
Une fois l'évaluation de l'expérience est établie, de nombreux programmes ultérieurs de déploiement de smart meters devrait être élaboré pour servir comme une base aux autres projets projetés	-
Intervention sur la législation en effectuant des changements aux règles nationales de l'électricité pour rendre le déploiement des smart meters obligatoire en cas de résultat positif de la part des analyses cout-avantage et impact environnemental (Etablir un cadre réglementaire pour les smart meters).	-

Faire appel à des sous-traitants pour la fabrication de compteurs	+
Faire intervenir plusieurs acteurs (un nombre non limité)	-
La protection des données des consommateurs et de leur vie privée en intégrant des systèmes de surveillance	-
Assurer la transparence concernant les coûts supplémentaires des smart meters conformément à la réglementation	-

## Discussions des résultats

L'élaboration de la grille de l'analyse des projets de smart meters pour les cas choisis nous a permis de bien comprendre la logique de mise en œuvre des smart meters au sein du secteur résidentiel et leur apport.

Premièrement, nous avons remarqué que la stratégie de smart metering s'est propagée dans divers pays, elle représente une réponse intelligente et efficace aux défis du secteur de l'énergie en contribution avec les TIC. Elle vise principalement l'amélioration de l'EE et l'optimisation de l'énergie dans un cadre de la transition énergétique.

En Algérie, on a lancé une démarche globale intitulée « SMART GRID » à sa tête se trouve un exemple concret de smart meters, situé au Blida « wilaya pilote » ou nous avons remarqué tout d'abord que le choix du site d'intervention est justifié grâce à la présence du poste électrique et la variété des types d'habitation mais ce qui est souhaitable que le projet aurait dû être installé à Alger, en s'inscrivant dans l'optique de la Smart City d'Alger –volet énergétique-.

D'une part, la mise en place de smart meters au niveau du site pilote de Blida, représente le premier pas de la révolution technologique vers un réseau intelligent. Nous assistons à une mutation du système algérien énergétique actuel vers un nouveau système algérien énergétique par l'intégration de la dimension Smart Grid qui permet l'amélioration de l'EE.

Vrai que le projet représente une bonne expérience pour le cas de l'Algérie, une première initiative dans le domaine résidentiel mais les compteurs utilisés, répondent seulement à un seul objectif et ils ne sont pas exploités entièrement malgré toutes les fonctionnalités qu'ils possèdent.

D'autre part, l'évaluation de l'apport des smart meters dans le cas d'étude sur la base des études étrangères s'est fait par le biais d'une élaboration d'une grille de mise en œuvre des

smart meters des exemples étrangers qui sera superposée sur le cas local. La grille nous a permis de constater que le projet de Diar El Bahri de Blida ne présente aucun apport et avantages par son introduction des smart meters car il y a un problème dans la mise en œuvre et il n'obéi pas à toutes les étapes standards d'installation des smart meters.

Ce qu'il faut mentionner de plus que la stratégie de smart metering ailleurs consacre une chaîne d'acteur pour sa mise en œuvre et son installation et dont le consommateur vient se positionner au centre des acteurs, de plus, des associations qui préparent des débats et des réunions pour introduire le consommateur sur la nouvelle stratégie de smart metering tout en mettant en avant ses avantages, chose qui n'existe pas dans le cas du projet de Diar El Bahri et elle n'est pas prise en considération. Le consommateur pourrait contribuer par le changement de son comportement énergivore et il pourrait participer dans l'accompagnement de Sonelgaz dans leur prise de décision afin d'adapter un modèle qui se superpose au contexte du pays en se basant sur les expériences des pays qui ont déjà une longueur d'avance sur ces réseaux intelligents.

De plus, ce dispositif de smart metering participe majoritairement dans l'optimisation de l'EE par les nouvelles fonctionnalités qu'ils possèdent. Il devait servir à réduire les dommages des équipements électriques car le réseau Algérien rencontre beaucoup d'aléas comme les déséquilibres entre la production et la consommation, généralement en heure de pointe (qui se traduisent par des variations de fréquence ou de tension sur le réseau). La disponibilité des EnR dans notre contexte local encourage l'introduction des réseaux intelligents et des smart meters.

Enfin, ce projet devrait servir comme une expérience et une étude pour l'Algérie afin de le généraliser au sein de tout le territoire tout en prenant en considération l'investissement lourd en terme de budget, des moyens et des efforts.

Mais en dépit de tout cela, et à travers l'évaluation du cas d'étude de Diar El Bahri nous avons déduit que :

Premièrement : nous pouvons pas parler d'un réel cas d'implémentation de smart meters pour le cas d'étude car cela ne répond aux exigences adoptés par plusieurs pays, l'Algérie est très loin.

Deuxièmement : La grille de mise en œuvre établit à partir des exemples étrangers permettra de servir comme un outil d'aide pour l'installation des nouveaux smart meters ultérieurement.

**Tableau 09** : Défaillance du cas d'étude

<b>Mise en œuvre et acteurs impliqués</b>	Non information et sensibilisation des consommateurs par l'introduction du projet ce qui est engendre la non implication de ces derniers dans les prises de décisions
	Absence du cadre réglementaire qui définit exactement la stratégie de smart meters et les besoins.
	Absence d'études et d'expériences en amont de l'installation des smart meters notamment : des études couts/ avantages pour évaluer l'avancement et prévoir les résultats de l'installation (se limiter seulement sur une étude qui s'est faite en parallèle avec l'installation du projet)
	Une insuffisance en terme d'implication d'acteurs
<b>Fonctionnalités/ Objectifs</b>	Pas d'exploitation totale des smart meters/ se limiter seulement sur un seul objectif
<b>Apports</b>	Non quantifiable/ Non-respect des étapes de mise en œuvre

## Conclusion

En ce qui concerne le dernier chapitre de cette recherche consacré à l'évaluation du cas de Diar el Bahri à Blida, nous avons opté pour le choix du seul exemple de projet d'installation des smart meters au sein du secteur résidentiel qui existe en Algérie. Bien que nous ayons rencontré plusieurs difficultés en raison de la confidentialité du projet, nous avons pu récolter des informations sur le projet à travers l'élaboration des entretiens avec les chefs du projet et un questionnaire avec les habitants du quartier.

Nous avons décrit le projet, sa mise en œuvre, son fonctionnement et les acteurs impliqués dont principalement Sonelgaz. Ce projet représente une initiative pour le cas algérien mais reste limité en terme d'objectifs et de collaboration d'acteurs car le consommateur qui se situe au centre du dispositif de smart meter n'est pas impliqué dans ce projet.

En dernier lieu, nous avons comparé la mise en œuvre d'installation des smart meters dans les exemples étrangers choisis avec le cas Algérien local, où nous avons constaté une insuffisance en termes de démarches ou étapes de mise en œuvre du projet local avec l'absence de planification du projet.

En effet, alors qu'ailleurs dans le monde, les objectifs visés consistent à réduire véritablement la consommation énergétique, le projet de Diar el Bahri à Blida aspirait principalement à réduire les déplacements des agents de la télé-relève. C'est à dire qu'il y a lieu de développer une réelle stratégie d'installation et généralisation de smart meters.

## **Conclusion de la troisième partie**

La troisième partie de notre mémoire, nous a permis d'aboutir à la finalité de la question de recherche à savoir l'évaluation de l'apport de l'installation des smart meters à travers le benchmark des exemples étrangers qui nous a permis d'élaborer une grille de mise en œuvre des smart meters et d'effectuer notre analyse du cas de Diar el Bahri à Blida.

Nous avons constaté tout d'abord que l'installation des smart meters pourra être effectuée soit par remplacement des anciens compteurs dans les anciennes constructions ou par une installation dans les nouvelles constructions qui devient obligatoire. Dans certains cas, il y eu la sauvegarde des anciens compteurs tout en introduisant de nouveaux paramètres qui les rend des smart meters. De plus, il est à signalé que le bon fonctionnement des smart meters est garanti par l'implication d'une série d'acteurs, cordonnée entre elle et dont s'est identifié selon plusieurs études que l'utilisateur est en son centre et participe fondamentalement dans la réussite de ces projets.

Nous avons remarqué également qu'avant chaque décision d'installation des smart meters, il est nécessaire d'établir une étude technico-économique avec considération des différents enjeux.

Les exemples choisis montrent les difficultés et comment on les a dépassés pour atteindre un objectif précis selon le contexte, les résultats obtenus à partir des exemples permettront de servir comme un aide pour le cas local Algérien pour prévoir et éviter la confrontation de certains problèmes.

En ce qui concerner la grille d'objectifs établie par le biais du benchmark des exemples, elle nous à mener à sélectionner quatre exemples étrangers qui ont adopté la stratégie des smart meters, considérés comme les plus réussis et qui sont la France, l'Italie, l'Allemagne, l'Australie et le Japon. A travers l'analyse approfondie de ces derniers nous avons pu comprendre la démarche de mise en œuvre des projets et élaborer une grille adoptant les étapes de mise en œuvre des smart meters.

Nous avons analysé après le cas d'étude de Diar El Bahri des smart meters, par le biais de différentes méthodes nous avons pu récolter les informations nécessaires pour l'élaboration de ce travail et répondre à la problématique posée.

En dernier lieu, à l'aide de la grille élaborée auparavant nous avons comparé la mise en œuvre d'installation des smart meters dans les exemples étrangers choisis avec le cas Algérien. Nous avons constaté que l'expérience algérienne ne s'appuie pas sur les réels objectifs liés à l'introduction des smart meters puisque les initiateurs se contentaient de réduire le déplacement de leur agents de service. Les critères de mise en œuvre tirés sont considérés comme des étapes d'installation de smart meters qui serviront comme un outil pour les projets du futur.

## **CONCLUSION GENERALE**

---

Actuellement, nous qualifions cette ère comme étant une ère de révolution numérique qui s'est imposée en apportant divers changements à la ville et les différents systèmes qui la constitue. Le numérique vient bouleverser la vie quotidienne et la ville, il représente un facteur d'apparition des nouveaux besoins et de nouvelles fonctions. Il s'est développé rapidement avec la contribution des TIC.

Dans le contexte énergétique, le numérique vient s'associer principalement aux EnR afin de répondre à une économie durable et une énergie optimisée. En effet, il s'inscrit dans le cadre de la transition énergétique et dont l'aboutissement de cette convergence est la Smart City et les Smart Grids.

Par conséquent, les smart grids ou réseaux intelligents représentent le résultat d'une combinaison des TIC et des systèmes énergétiques dans l'optique de la révolution numérique. Ces réseaux intelligents optimisent la gestion de l'énergie et accueillent comme composant clé un dispositif qui collectent la consommation énergétique automatiquement avec le contrôle et la gestion de cette dernière et à travers la surveillance et le changement des comportements énergivores, on parle alors des smart meters.

On vise à travers cette recherche, l'évaluation de l'apport de l'installation des smart meters au niveau du site pilote de Blida, ainsi que le processus de sa mise en œuvre.

Par conséquent, à travers notre méthodologie qui adopte deux parties nous allons présenter les résultats de chacune des parties afin d'identifier par la suite les limites et les perspectives de recherches ultérieures.

## **Synthèses des résultats**

**Première partie :** au sein de la première partie de notre recherche, en premier lieu nous avons commencé par l'identification et la définition des concepts clés relatifs au sujet de recherche qui est le smart meter et la relation entre ces concepts, nous avons fait ressortir également et mettre en évidence l'importance de la transition énergétique et le changement des systèmes énergétiques pour répondre aux défis du secteur de l'énergie.

Nous avons identifié les stratégies énergétiques en Algérie au secteur résidentiel ainsi que les programmes adoptés

**Deuxième partie :** nous avons mis l'attention sur l'obligation d'adopter les réseaux intelligents « smart grids » dans le cadre du changement du système énergétique et afin d'assurer l'optimisation de l'énergie et l'équilibre entre l'offre et la demande. C'est un dispositif qui est très complexe surtout avec son collaboration avec les TIC.

Etant donné que notre problématique s'articule autour des smart meters ou « compteurs intelligents », un élément fondamental du smart grids, nous allons définir cette nouvelle structure innovante qui permet le comptage automatique de la consommation énergétique tout en informant les consommateurs de leur consommation et mettre en place ses impacts, ses acteurs et son fonctionnement et **principalement son rôle et son importance au sein du secteur de l'énergie.**

**Quant à la troisième partie :** nous avons opté pour une analyse Benchmark de plusieurs stratégies de smart metering, les plus propagées dans le monde, réussies pour certains cas, en cours d'achèvement pour d'autres et en cours d'intégration pour certains d'autres. Nous avons mis en évidence les avantages et les apports qu'elles offrent selon le contexte de chaque pays, selon les facteurs économique, environnementaux, et politiques et l'objectif dans lequel a été adopté, nous avons démontré également les obstacles dans le déploiement de cette stratégie notamment l'énorme investissement en terme de coût et d'effort, et l'acceptation par les citoyens.

Nous avons sélectionné par la suite selon une grille d'objectifs, les exemples les plus réussis fixant autant d'objectifs. Les exemples choisis ont été analysés en détails et expliqués leur mise en œuvre et leur évaluation.

Afin de comparer cette grille d'exemples de projet des smart meters avec le cas d'étude, nous avons pu établir un état des lieux des smart meters existants en Algérie dans le secteur résidentiel. Malgré les difficultés et la confidentialité du sujet, nous avons pu repérer le seul et unique exemple qui se trouve au niveau du quartier de Diar El Bahri, Wilaya de Blida. Une analyse du projet a été établie en identifiant son fonctionnement, sa mise en œuvre, ainsi que ces objectifs.

Nous avons remarqué en superposant les données des exemples analysés et le cas d'étude que l'exemple du site pilote des smart meters de Diar El Bahri ne répond pas aux exigences de mise en œuvre conventionnelles des smart meters adoptés par la majorité des pays, et principalement la non information des habitants du quartier par l'installation du projet et la non planification pour l'installation du projet. Ainsi que les compteurs utilisés fixent seulement un seul objectif ce qui induit à la non exploitation totale du compteur malgré toutes les fonctionnalités qu'ils possèdent.

De ce fait à travers ce mémoire de recherche nous avons fait sortir des résultats d'ordre méthodologiques et d'autres d'ordre empirique. En commençant tout d'abord, par plan méthodologique, nous avons mis en place une grille de mise en œuvre des smart meters qui pourra servir comme un outil d'aide pour l'installation et l'introduction de ces derniers dans le secteur résidentiel. D'un autre côté, sur le plan empirique et à travers les enquêtes établies, nous ont permis de repérer le seul projet d'installation des smart meters en Algérie dans le secteur résidentiel. Par le biais des interviews ciblés et des questionnaires avec les habitants ainsi que le benchmark des exemples étrangers, nous avons pu évaluer le projet et identifier ses faiblesses, pour en fin déduire que ce dernier ne représente pas un cas réel permettant de se généraliser dans notre pays, et donc, c'est prématuré.

Par conséquent, il est à noter que cette recherche nous a permis de répondre à notre problématique qui est : **Quel est l'apport de l'usage des Smart meters dans le projet des Smart meters de Diar El Bahri de Blida ? S'inscrit-il réellement dans l'optique de la transition énergétique ?**

**Quelles sont les étapes de mise en œuvre de l'installation des smart meters à Diar el Bahri (Blida) ? Sont-elles conformes au processus de mise en œuvre universel tel qu'on peut le voir dans les projets étrangers (évaluation du projet) ?**

De plus, elle nous a permis de confirmer notre première hypothèse à savoir : **Les Smart meters représentent un dispositif nécessaire pour la transition énergétique. Celle-ci présente peut s'appuyer sur les TIC à travers le développement de réseaux intelligents plus efficace et plus fiable qui présentent des impacts considérables.** En ce qui concerne la deuxième hypothèse, elle a été affirmé, car le projet des smart meters de Diar El Bahri de Blida ne prend pas tous les étapes de mise en œuvre des smart meters en considération qui permettent de faire réussir le projet, ce qui mène à le considéré comme une expérience échouée, qui ne représente pas un cas réel de projet d'implémentation de smart meters et nous ne pourrons pas évaluer son apport.

## **Limites de la recherche**

Toutes les recherches confrontent des obstacles lors de leur élaboration, en ce qui concerne notre recherche, nous avons rencontré plusieurs limites qui ont voulu de ce résultat un acquis. Il s'agit en premier lieu, l'aspect innovant et nouveau du sujet qui nous a limité en terme de disponibilité des informations bibliographiques et sur terrain d'où nous nous sommes concentré sur des sources numériques principalement des sites webographies.

D'un autre côté, la confidentialité du sujet qui nous a limité en terme de récolte d'information, car il n'est pas à la portée de tout le monde, ni familiarisé et accessibles sur internet et la majorité des concernés ne sont pas sensibilisés par ce projet. C'est à travers l'accès aux responsables par les interviews effectuées et les questionnaires sur site que nous avons récolter ces informations.

De plus, la courte durée que nous a été fournie et les évènements que nous a vécu à savoir la soutenance du PFE et le changement du sujet de recherche à cause de la non disponibilité des cas concrets en Algérie, nous ont limité.

Malgré tout ce manque d'information et insuffisance de réglementation et des cadres législatifs sur ce sujet, nous avons pu évaluer le projet et élaborer une grille de mise en œuvre qui pourra participer comme un outil d'aide pour l'installation de ce genre de projet dans le futur.

## **Perspectives de la recherche**

Cette recherche nous a ouvert la piste sur d'autres sujets. La grille de mise en œuvre que nous a établi pourra être compléter et appliquer par la suite sur d'autres secteur notamment l'industriel.

De plus, cette grille pourra être accompagnée d'un schéma de mise en œuvre et introduit dans la réglementation algérienne des comptage intelligent comme un nouvel outil.

Et en dernier lieu, cette grille de mise en œuvre servira comme une base et un outil d'aide pour la première phase d'installation de smart meters.

## Bibliographie / Webographie

- Académie des Technologies. 2015.** Impact des TIC sur la consommation d'énergie à travers le monde. Rapport voté 14 Mai 2014, imprimé en France EDP Sciences 2015. [http://academie-technologies.prod.s3.amazonaws.com/2015/12/04/08/58/41/883/9782759817818\\_Impact\\_TIC\\_internet\\_1\\_.pdf](http://academie-technologies.prod.s3.amazonaws.com/2015/12/04/08/58/41/883/9782759817818_Impact_TIC_internet_1_.pdf)
- Adèle HOURQUET et al (Etudiants). 2015.** *SMART CITY*. ROUEN : INSTITUT NATIONAL DES SCIENCES APPLIQUES DE ROUEN, 2015. 29-11-2019
- ADEME. (2015, Novembre 09).** *SMRT GRIDS : Le savoir-faire français*. Récupéré sur ademe: [https://www.adem.fr/smartgrids\\_savoir\\_faire\\_français](https://www.adem.fr/smartgrids_savoir_faire_français)
- Agence D'urbanisme De L'aire Toulonnaise Et Du Var. Octobre 2017.** La Smart City, une ville intelligente ; Des villes et des territoires plus inclusifs, durables et pra **Agence D'urbanisme De L'aire Toulonnaise Et Du Var. Octobre 2017.** La Smart City, une ville intelligente ; Des villes et des territoires plus inclusifs, durables et pratiques. <https://audat.org/>
- A, I. (2017, Avril 17).** *Bâtiment : L'efficacité énergétique en débat*. Récupéré sur Algerie Eco: <https://www.algerie-eco.com/2017/04/17/batiment-lefficacite-energetique-debat/>
- APRUE, L'Agence Nationale pour la Promotion et la Rationalisation de l'Utilisation de l'Energie.** Consulté 20-12-2018. <http://www.aprue.org.dz/>
- Alessandro Piti, Giacomo Verticale, Cristina Rottondi, Antonio Capone and Luca Lo Schiavo. February 2017.** *Article, The role of Smart Meters in Enabling Real-Time Energy Services For Households: The Italian Case*. [Article ] Italie : Energies, MDPI, February 2017. 1996-1073. Consulté 05-01-2020
- Association des entreprises électriques Suisses (Janvier 2018).** Smart Grid. Document de connaissances de base. [https://www.association des entreprises électriques Suisses24\\_Smart\\_Grid\\_fr.pdf](https://www.association des entreprises électriques Suisses24_Smart_Grid_fr.pdf)
- Association française pour l'hydrogène et les piles à combustible, Mémento de l'hydrogène FICHE 2.1. Situation mondiale de l'énergie. Révision 2017. <http://www.cea.fr/multimedia/Documents/publications/ouvrages/memento-energie-2017.pdf>
- Amel ATTOUR et Alain RALLET (2014/1 n°43).** Innovation. Le rôle des territoires dans le développement des systèmes trans-sectoriels d'innovation locaux : le cas des *smart cities*. Pages 253 à 279. <https://www.cairn.info/revue-innovations-2014-1-page-253.htm?contenu=article>. Consulté 23/11/2018
- A Unified Definition of a Smart City. **Arkalgud Ramaprasad et al. 2017.** International Federation for Information Processing. Page 13-24.
- AZNI Zain Ahmed et al. 2014;** rapport GIEC: chapitre 09 Building
- Bartels, Guido. 2012.** *The Global Smart Grid Federation 2012 REPORT, Guido Bartels, GSGF*. [Rapport ] Canada : Alex Bettencourt SmartGrid Canada, 2012. Consulté 07-01-2020
- BELFERAG, Azzedine. 10 novembre 2016, .** *Sonelgaz installe ses premiers compteurs intelligents*. [Article] Algérie : CAP ALGERIE DZ, 10 novembre 2016, .
- BELGIUM, E. C. (27 June 2019).** *BENCHMARKING SMART METERING DEPLOYMENT IN THE EU-28*. Belgique: Tractebel Impact BELGIUM S.A. engie. Consulté le 10-01-2020
- BENAMARA Meryem, 2019.** CRITERES DE LOCALISATION ET DE DURABILITE DES DATACENTERS AU SERVICE DE LA VILLE INTELLIGENTE D'ALGER. Ecole Polytechnique D'architecture Et D'urbanisme, Alger.
- BENAOUADJ Mahdi. Juin 2016.** *Gestion de l'énergie d'un système hybride autonome pour application « Smart Grid »*. [THÈSE DE DOCTORAT en sciences en génie électrique] Algérie-Biskra- : Université Mohamed Khider – Biskra Faculté des Sciences et de la Technologie Département, Juin 2016. 25.11.2019
- Bergaentzle, C. (2015, Juin 23).** Smart Grids et efficacité des systèmes électriques: instruments de régulation et impacts de la gestion de la demande . Grenoble, Sciences économiques , France.

- Bergaentzlé, Claire. 10 décembre 2012.** *1 Particularités d'adoption des compteurs intelligents au Royaume-Uni et en Allemagne : entre marchés de comptage libéralisé et règles à mettre en place pour un réel smart grid intégré*. [Conférence Annuelle 2012 de l'Association des Economistes de l'Énergie (AEE)] Paris : Université Pierre Mendès France (UPMF), Grenoble, FRANCE , 10 décembre 2012. Consulté 03-01-2020
- BOUACIDA, Rédha Younes. 16/2016.** *Quelle intégration de l'Algérie dans le développement durable ? Un essai d'analyse à partir d'indicateurs statistiques*. Skikda, Algérie : Université du 20/08/1955-Skikda, El Bahith Review, 16/2016. Consulté 17-01-2020
- BOUFERTELLA Ahmed.** Recherche et Développement. Les Smart Grids, l'avenir du réseau électrique. [https://www.cder.dz/vlib/bulletin/pdf/ber35\\_2\\_3.pdf](https://www.cder.dz/vlib/bulletin/pdf/ber35_2_3.pdf)
- Brenneis, Erik. 2018.** gemalto a Thales company. *Les compteurs intelligents*. [En ligne] 03 Octobre 2018. [Citation : 01 11 2019.] <https://www.gemalto.com/france/iot/inspiration/compteurs-intelligents>.
- Cabaret, Fabienne Picard et Katy. 2015.** POLITIQUE EUROPÉENNE DE L'ÉNERGIE ET TRANSITION VERS UN SYSTÈME ÉNERGÉTIQUE DÉCARBONÉ FONDÉE SUR LES SMART GRIDS. *Innovations*. De Boeck Supérieur, 2015, Vol. 1, n° 46./ Consulté 12-11-2019 à 01.30
- Capenergies -SCS-. 2012 .** ITEMS INTERNATIONAL. *La chaîne de valeur du marché des smart grids*. [En ligne] Juin 2012 . [Citation : 20 Décembre 2019.] [https://www.provence-pad.com/wp-content/uploads/2016/04/SmartGrids\\_CapEnergiesSCS.pdf](https://www.provence-pad.com/wp-content/uploads/2016/04/SmartGrids_CapEnergiesSCS.pdf).
- Capenergies.** flex grid INPIRED ENERGIES. *Les systèmes énergétiques optimisés*. [En ligne] Capenergies, REGION SUD PROVENCE ALPES COTE D'AZUR. [Citation : 23 Décembre 2019.] <https://www.flexgrid.fr/smart-grids-smart-energy/>.
- Capgemini Consulting (2010).** Energy, Utilities and Chemicals | Smart Energy Services. Systèmes de Gestion Intelligente de l'Énergie Prendre un temps d'avance sur le futur de l'électricité. [http://www.smartgrids-cre.fr/media/documents/1003\\_CapG\\_SmartEnergyServices.pdf](http://www.smartgrids-cre.fr/media/documents/1003_CapG_SmartEnergyServices.pdf)
- Céline MARTIN, Marie FORGET, Véronique PEYRACHE-GADEAU. Consulté 19-12-2019 .** France. [Article] Réseau et territoire, acteurs en réseau : l'enjeu de la gouvernance énergétique : ADEME
- CHERIF, K. A. (2018, Janvier 14).** *Problématique de la maîtrise de la consommation des carburants & développement du GPL en Algérie*. Récupéré sur ALGERIE ECO: <https://www.algerie-eco.com/2018/01/14/problematique-de-maitrise-de-consommation-carburants-developpement-gpl-algerie/>
- CHERIF, K. (2016, Décembre 16).** *Énergie : l'Algérie va construire la plus grande centrale solaire au monde*. Récupéré sur Algérie Patriotique: <https://www.algeriepatriotique.com/2016/12/16/energie-lalgerie-va-construire-la-plus-grande-centrale-solaire-au-monde/>
- Clark, Matthew. 2016.** Construire les villes intelligentes et durables de demain. Des outils et des idées pour aller de l'avant. *NOUVELLE de l'UIT*. Place des Nations (Suisse), 2016, 2. consulté 08-11-2019 à 02.04
- Commission européenne.** Contribution des TIC aux politiques et programmes d'amélioration de l'efficacité énergétique : initiatives locales et régionales. [ict4ee\\_fr.pdf](#)
- COMPTEES, C. D. (février 2018).** *Les compteurs communicants Linky : tirer pour les consommateurs tous les bénéfices d'un investissement coûteux*. France : @Courdescomptes
- Compteur gaz intelligent : La «petite révolution technologique» du CDTA.* **OUAHIBA BOUGHALIA. 2018.** Alger : El Watan, 19 DÉCEMBRE 2018. Consulté 17-11-2019
- Connaissance de l'énergie. 2017.** Les chiffres clés de l'énergie dans le monde. 26 Septembre 2017. <https://www.connaissancedesenergies.org/les-chiffres-cles-de-lenergie-dans-le-monde-170926>
- CONNAISSANCE des ENERGIES. Mars 2013.** Le fil info énergies, Efficacité énergétique et bâtiment. Consulté 11-2018. <https://www.connaissancedesenergies.org/fiche-pedagogique/efficacite-energetique-et-batiments>.
- Courmont, Antoine. 2018.** *Où est passée la smart city ? Firms de l'économie numérique et gouvernement urbain* Editor of the Working Papers series (2018): Bruno Cousin (Sciences Po, CEE) . [Document scientifique] France : Bruno Cousin (Sciences Po, CEE), 2018. hal-02186713. 22-11-2019

- DELENCLOS Sylvain** ; Présentation intitulée : Politiques Énergétique, Énergies Renouvelables. Consulté en Mars 2019
- Defeuilley, Christophe. 2018.** *Villes (SOBRES) Chapitre 3. Transition énergétique, Les trajectoires du changement*, pages 93 à 110. sobres : Presses de Science Po, 2018. 24-12-2019
- Delrieu, Jacques Allard et Claudine. 2010.** SMART GRIDS-CRE. *Les projets de compteurs évolués en Europe*. [En ligne] 30 Aout 2010. [Citation : 16 11 2019.] <http://www.smartgrids-cre.fr/index.php?p=compteurs-europe>
- Dictionnaire Français Larousse. (Consulté 22-11-2018). <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/consommation/18427>
- Doran, Marie-Andrée. novembre 2012.** *Des villes intelligentes : pourquoi et comment ?*. Québec : Université Laval, novembre 2012. 29-11-2019
- Dufay, Bernard Flury-Hérard - Jean-Pierre. 16 janvier 2017.** *Le déploiement du compteur Linky*. [Rapport] France : Conseil général de l'Environnement et du Développement durable CGEDD, 16 janvier 2017.
- ENGIE. (2018, Avril 28).** *Nouvelle édition d'Un Monde d'Énergie by ENGIE : l'essentiel du contexte énergétique mondial*. Récupéré sur Engie: <https://www.engie.com/breves/un-monde-energie-2017-contexte-energetique-mondial/>
- energuide.be. compteur intelligent ?** [En ligne] © 2020 Sibelga. [Citation : 01 11 2019.] <https://www.energuide.be/fr/questions-reponses/quest-ce-quun-compteur-intelligent/126/>.
- ENEL Telegestore Project est sur la bonne voie, 31 mars 2004**, Smart Energy International CLARION ENERGY, <https://www.smart-energy.com/regional-news/europe-uk/enel-telegestore-project-is-on-track/>, 07-01-2020
- Energy, Clarion. 28Juin 2019.** *Prendre du retard 'en dessous'*. [Article] s.l. : SMART ENERGY INTERNATIONAL, 28Juin 2019. <https://www.smart-energy.com/industry-sectors/smart-meters/falling-behind-down-under/>. Consulté 07-01-2020
- Enseignant-responsable du projet : Dany VANDROMME, Etudiants : Tanya ANGELOVA Mostafa NAGA Bowen BAI. 19 Juin 2017.** *Compteurs intelligents état des lieux des déploiements statut des données et respect de la vie privée*. [Projet de Physique P6 STPI/P6/2017– 19] ROUEN : INSTITUT NATIONAL DES SCIENCES APPLIQUEES DE ROUEN INSA, 19 Juin 2017. Consulté 04-01-2020
- Feuille De Route Pour Le Développement Des Smart Grids En Bretagne. Bretagne smart grids. 2014-2020.** [www.invest-in-bretagne.org/-smart-grids](http://www.invest-in-bretagne.org/-smart-grids). Consulté 01-12-2018
- Franco Davoli. 2013.** University of Genoa, Italy et al. Boosting Energy Efficiency through Smart Grids. International telecommunication union ITU and climate change. <https://www.itu.int/en/ITU/climatechange/symposia/201305/Documents/info/Presentations/s1p1-FrancoDavoli.pdf>. Consulté 04-12-2018
- Frédéric Klopfert et Grégoire Wallenborn. 2010.** « Les « compteurs intelligents » sont-ils conçus pour économiser de l'énergie ? » le développement durable à l'épreuve des Tic, mis en ligne le 28 avril 2018, consulté le 30 o. *terminal Technologie de l'information, culture et société*. OpenEdition, 2010, Vol. 2 ème partie, 106-107.
- Frédéric, Klopfert. 2007-2008.** *L'apport des compteurs intelligents à une consommation plus durable de l'électricité*. [Master en Sciences et Gestion de l'Environnement] Bruxelles : Université Libre de Bruxelles Institut de Gestion de L'environnement et Aménagement du Territoire Faculté des Sciences, 2007-2008.
- Galoul, Alessia. 2015.** « LES VILLES INTELLIGENTES » : L'OPEN DATA CONTRIBUE-T-IL À LEUR DÉVELOPPEMENT ? . *Digital access to libraries*. Belgique : Louvain School of Management, Université catholique de Louvain, 2015. <http://hdl.handle.net/2078.1/thesis:2886> / [Downloaded 2019/11/06 at 22:44:11 ]
- Galoul, Alessia. 2015.** « LES VILLES INTELLIGENTES » : L'OPEN DATA CONTRIBUE-T-IL À LEUR DÉVELOPPEMENT ? . *Digital access to libraries*. Belgique : Louvain School of Management, Université catholique de Louvain, 2015. <http://hdl.handle.net/2078.1/thesis:2886> / [Downloaded 2019/11/06 at 22:44:11 ]
- Gérard Tur. 2019.** ECONOSTRUM L'ACTUALITE ECONOMIQUE DANS LA MEDITERRANEE. *L'Algérie s'engage dans l'efficacité énergétique*. [En ligne] 27 Mars 2019. [Citation : 14 11 2019.] [https://www.econostrum.info/L-Algerie-s-engage-dans-l-efficacite-energetique\\_a25422.html](https://www.econostrum.info/L-Algerie-s-engage-dans-l-efficacite-energetique_a25422.html).
- GOUIN, V. (17 Novembre 2015).** *Evaluation de l'impact du Smart Grid sur les pratiques de planification en cas d'insertion de production décentralisée et de charges flexibles*. GRENOBLE, France: UNIVERSITÉ GRENOBLE ALPES

- Gouveia, João Pedro. Juillet 2017.** *La consommation d'énergie du secteur résidentiel à l'honneur: des données au savoir.* [Thèse de: Doctorat en Politiques de Changement Climatique et de Développement Durable, Systèmes d'Énergie Durable] Portugal : Universidade NOVA de Lisboa, Juillet 2017.
- GRIDS-CRE, S. (2018-12-14).** L'Allemagne et les smart grids. Récupéré sur Smart Grids: [http://www.smartgrids-cre.fr/index.php?p=L'Allemagne et les Smart grids \\_ Le contexte énergétique allemand.html](http://www.smartgrids-cre.fr/index.php?p=L'Allemagne%20et%20les%20Smart%20grids_%20Le%20contexte%20énergétique%20allemand.html)
- GRIDS-CRE, S. (2018-12-14).** Les Smart grids en Afrique. Récupéré sur Smart Grids: [http://www.smartgrids-cre.fr/index.php?p= Afrique \\_ Introduction.html](http://www.smartgrids-cre.fr/index.php?p=Afrique_%20Introduction.html)
- GRIDS-CRE, S. (2018-12-14).** Annuaire des projets en France-Bretagne-. Récupéré sur Smart Grids: [http://www.smartgrids-cre.fr/index.php?p= Annuaire des projets en France \\_ Bretagne.html](http://www.smartgrids-cre.fr/index.php?p=Annuaire%20des%20projets%20en%20France_%20Bretagne.html)
- GRIDS-CRE, S. (2018-12-14).** Les projets de compteurs évolués en Europe-. Récupéré sur Smart Grids: <http://www.smartgrids-cre.fr/index.php?p=compteurs-europe>. Consulté 16-11-2019
- GRIDS-CRE, S. (2018-12-14).** La régulation allemande des Smart grids : le cas des compteurs évolués-. Récupéré sur Smart Grids: <http://www.smartgrids-cre.fr/index.php?p=allemagne-smart-grids-compteurs>. Consulté 18-12-2019
- GRIDS-CRE, S. (2018-12-14).** Focus sur l'expérimentation Linky en France-. Récupéré sur Smart Grids: <http://www.smartgrids-cre.fr/index.php?p=compteurs-linky>. Consulté 19-12-2019
- GRIDS-CRE, S. (2018-12-14).** *comprendre les smart grids.* Récupéré sur Smart Grids: <http://www.smartgrids-cre.fr/index.php?p=comprendre-les-smart-grids>
- GRIDS-CRE, S. (2018-12-14).** (s.d.). *Acteurs et innovations, Acteurs et initiatives.* Récupéré sur Smart Grids: <http://www.smartgrids-cre.fr/index.php?p=acteurs-initiatives>. Consulté 09-12-2018
- Groupe AFNOR. Normes et performances énergétiques des bâtiments. 30 août 2013** – Le Moniteur n° 5727 – Cahier détaché n° 2 consultable sur [www.lemoniteur.fr](http://www.lemoniteur.fr)
- Guitouni, Mustapha. 06 - 10 - 2016.** *Blida / Energie électrique : Les compteurs intelligents arrivent.* Algérie : Info Soir, 06 - 10 - 2016. Consulté 17-11-2019
- Guillaume Guérard (27-11-2014).** Optimisation de la diffusion de l'énergie dans les Smart Grids. Université de Versailles-Saint Quentin en Yvelines, France
- Helene, TORRES. 2015-2016.** *Smart Cities : Du concept aux pratiques .* Paris, Tours : Ecole d'ingénieurs polytechnique de l'Université de Tours, 2015-2016.
- Housseem Chihoub, Christine Collet. Aout 2016.** *A Scalability Comparison Study of Data Management Approaches for Smart Metering Systems .* United States : Hal, archives-ouvertes.fr, Aout 2016. hal-01585352.
- Imès, Nawal. 2018.** *Sonelgaz: Bientôt des compteurs «intelligents» !* [Article] Algérie : ALGERIE 360°, 2018.
- Karim Beddiar, M. Amjahdi et J. Lemale. Mars 2015.** *Solutions énergétiques dans les éco quartiers.* Paris : DUNOD, Mars 2015. 9782100711345.
- KATUNDI, ERIND. MAI 2018.** *COÉVOLUTION DES VILLES INTELLIGENTES ET L'INTERNET DES OBJETS : CAS DE LA VILLE DE MONTREAL .* [MÉMOIRE PRÉSENTÉ COMME EXIGENCE PAR TIELLE DE LA MAÎTRISE EN TECHNOLOGIE DE L'INFORMATION] MONTRÉAL : UNNERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL, MAI 2018. 29-11-2019
- Lauriane, Bererd. 2016.** *L'opérationnalité des smart cities : Critical Discourse Analysis de 43 textes internationaux.* [Master 2 Design Urbain] Grenoble : Institut d'Urbanisme de Grenoble, 2016. 30-11-2019
- Laurence Hauttekeete, Jeroen Stragier, Wouter Haerick and Lieven De Marez. February 12 2010.** *Smart, smarter, smartest...the consumer meets the smart electrical grid .* [Manuscript received ] France : 2010 IEEE, February 12 2010. 11-11-2019

- Linky, C. e.-m. (4 décembre 2017).** *ANALYSE DES IMPACTS DU COMPTEUR LINKY*. LOUVECIENNES : Commission extra-municipal Linky.
- Le Coredem. (Consulté 11-2018).** Efficacité énergétique. <http://lexicommon.coredem.info/article90.html>
- Le livre blanc de l'Efficacité énergétique. Schneider Electric, Février 2011.** [http://energie-industrie.com/media/Presentation/livre\\_blanc\\_ee\\_fevrier2011\\_schneider\\_electric\\_\\_1\\_\\_313445.pdf](http://energie-industrie.com/media/Presentation/livre_blanc_ee_fevrier2011_schneider_electric__1__313445.pdf)
- L'EUROPE, COMMISSION ÉCONOMIQUE POUR. 2017. MEILLEURES PRATIQUES POUR PROMOUVOIR L'EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE.** [Rapport] Suisse : Nations Unies New York et Genève, 2017.
- Le ministre de l'Energie, Mustapha Guitouni. 2017. Guitouni présente la politique énergétique algérienne à Istanbul.** [En ligne] 12 Juillet 2017. [Citation : 11 12 2019.] <http://www.aps.dz/economie/60243-guitouni-presente-la-politique-energetique-algerienne-a-istanbul>
- Le Ministre de l'Energie. 2019. Cérémonie de commémoration du 50ème anniversaire .** [Discours] Alger : Centre de conférence Abdellatif Rahal, Club des pins, 28 Juillet 2019.
- L.R. . 2017. AF ALGERIE FOCUS. Consommation d'électricité/ Un nouveau pic de consommation dimanche 30 juillet.** [En ligne] 01 Aout 2017. [Citation : 18 12 2019.] <https://www.algerie-focus.com/2017/08/consommation-delectricite-nouveau-pic-de-consommation-dimanche-30-juillet/>.
- Lukso, L. AlAbdulkarim and Z. April 2011. Impact of Privacy Concerns on Consumers' Acceptance of Smart Metering in The Netherlands .** [Article scientifique] s.l. : IEEE/2011, April 2011. Consulté 11-11-2019
- Margaux Lannuzel. 2015. Europe 1 . cinq choses a savoir sur les compteurs intelligents.** [En ligne] 15 12 2015. [Citation : 31 10 2019.] <https://www.europe1.fr/societe/cinq-choses-a-savoir-sur-les-compteurs-intelligents-2927714> .
- Mark McCracken. 2005. TeachMeFinance.com . explain Residential Condominium Building Association Policy (RCBAP) - Residential sector-. [En ligne] 2005. [Citation : 24 11 2019.] [http://www.teachmefinance.com/Scientific\\_Terms/Residential%20Condominium%20Building%20Association%20Policy%20\(RCBAP\).html](http://www.teachmefinance.com/Scientific_Terms/Residential%20Condominium%20Building%20Association%20Policy%20(RCBAP).html)**
- Mathieu Saujot, Timothée Erard (Iddri). 15 MAI 2015. Les innovations de la ville intelligente au secours de la ville durable ? Décryptage à partir des enjeux de données . FABRIQUE URBAINE, IDDRI SciencesPo. Paris cedex 07 France, 15 MAI 2015, N°02. 29-11-2019**
- Ministère de l'énergie. Bilan énergétique national 2017. Edition 2018.** [http://www.energy.gov.dz/francais/uploads/MAJ\\_2018/Stat/Bilan\\_Energ%C3%A9tique\\_National\\_2017\\_edition\\_2018.pdf](http://www.energy.gov.dz/francais/uploads/MAJ_2018/Stat/Bilan_Energ%C3%A9tique_National_2017_edition_2018.pdf)
- Ministère de l'Energie et des Mines, Agence Nationale pour la Promotion et la Rationalisation de l'Utilisation de l'Energie. 2015. La situation énergétique régionale. Edition 2015.** <http://www.aprue.org.dz/documents/publication%20energie%20dans%20les%20zones-edition%202015.pdf>
- Ministere, d. l. (2016, décembre Mardi 13). Loi de transition énergétique pour la croissance verte.** Récupéré sur Ecologie solidaire: <https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/loi-transition-energetique-croissance-verte>
- MINISTERE, d. l. (2018, 10 12). Le Programme des Energies Renouvelables et de l'Efficacité Énergétique.** Récupéré sur Ministère de l'energie: <http://www.energy.gov.dz/>
- Mouadh, BALI. 2015/2016. MODELISATION D'UN SYSTEME DE MONITORING TEMPS REEL D'UN RESEAU DE CAPTEURS SANS FIL.** [ diplôme de Magistère] BEJAIA : Université A. MIRA-BEJAIA, Faculté des Sciences Exactes , 2015/2016. Consulté 29-11-2019
- Moudenc, Jean-Luc. Novembre 2015. A French Experience of Smart Cities ou Les villes intelligentes : expériences françaises, vivapolis la créativité française pour la ville.** France : Bertrand Dubois, Novembre 2015. 29-11-2019
- N. Bouarroudj et K. Imessad. 2016. Rénovation énergétique dans le secteur résidentiel à Constantine un gisement potentiel pour la consécration des nouvelles exigences énergétiques et environnementales.** *Revue des Energies Renouvelables* Vol. 19 N°3 (2016) 387 – 396. [https://www.cder.dz/download/Art19-3\\_5.pdf](https://www.cder.dz/download/Art19-3_5.pdf)

PDAU DU GRAND BLIDA, DIAGNOSTIC

**Phil James. 2011 . THE ROAD TO SMART METERING IN AUSTRALIA.** [Article] Ausstralia : Metering International Issue-1, 2011 . Consulté 07-01-2020

**PICON, Antoine. 2015.** « Le numérique changera-t-il la ville ? » par Antoine PICON. INHA – Paris, 5 à 7 // Club Ville Aménagement, « 5 à 7 », Paris : Ariella MASBOUNGI, 24 Novembre 2015

**Pol-Hervé Floch, H. S.-S. (28 février 2011).** *Étude économique à long terme pour la mise en place de compteurs intelligents dans les réseaux électriques et gaziers, Rapport final, Version 1.1 préparé par le Ministère de l'Économie et du Commerce Extérieur du Luxembourg.* Luxembourg : Schwartz and Co.

**PROGRAMME DE DEVELOPPEMENT DE L'EFFICACITE ENERGETIQUE A L'HORIZON 2030, Edition 2015,** Ministère de l'Énergie et des Mines, l'AGENCE NATIONALE POUR LA PROMOTION ET LA RATIONALISATION DE L'UTILISATION DE L'ENERGIE APRUE, 2019

*Programme national de maîtrise de l'énergie : L'isolation thermique dans le bâtiment financée par l'APRUE.* **Oubraham, Sihem. Aout 2011.** Alger : El MOUDJAHID, dans APRUE, Energie, Aout 2011.

**Québec, G. d. (2017, août 18).** LA VILLE INTELLIGENTE AU SERVICE DU BIEN COMMUN Lignes directrices pour allier l'éthique au numérique dans les municipalités au Québec. Québec, COMMISSION DE L'ÉTHIQUE EN SCIENCE ET EN TECHNOLOGIE, Canada. Consulté le 09-11-2019

Responsable de Sonelgaz –coté commercial-

**Raquel Bertoldo, Marc Poumadère, Luis Carlos Rodrigues Jr. 2015 .** *When meters start to talk: The public's encounter with smart meters in France .* [Document scientifique] France : Energy Research & Social Science, Elsevier, 2015 . 10.1016.*Qu'est-ce qu'un compteur intelligent ?* [En ligne] © 2020 Sibelga. [Citation : 01 11 2019.] <https://www.energuide.be/fr/questions-reponses/quest-ce-quun-compteur-intelligent/126/>.

**Raquel Bertoldo, Marc Poumadère, Luis Carlos Rodrigues Jr. 2015 .** *When meters start to talk: The public's encounter with smart meters in France .* [Document scientifique] France : Energy Research & Social Science, Elsevier, 2015 . 10.1016.

**Rédha Younes BOUACIDA. Le 16-2016.** Quelle intégration de l'Algérie dans le développement durable ? Un essai d'analyse à partir d'indicateurs statistiques, Université du 20/08/1955-Skikda ; Algérie, CAE-CERGAM, AMU, France, El Bahith Review, 17-01-2020

**Rob van Gerwen, Saskia Jaarsma and Rob Wilhite. July 2006.** *Smart Metering.* [article scientifique] The Netherlands : KEMA, July 2006.

**Rogai, Sergio. 26th March 2007.** *TELEGESTORE PROJECT Progress & Results.* Italie : ENEL Distribuzione's Metering Infrastructure,, 26th March 2007. Consulté 07-01-2020

**Rousseau, Yves. 2007.** *Assessment for the launch of a smart metering project: Illustration with the French business case.* [Rapport] France : © 2007 Capgemini Energy, Utilities and Chemicals, 2007. Consulté 07-01-2020

**Sandra Breux et Jérémy Diaz. Janvier 2017.** *LA VILLE INTELLIGENTE Origine, définitions, forces et limites d'une expression polysémique .* Repentigny : Institut national de la recherche scientifique Centre- Urbanisation Culture Société, Janvier 2017.

**Sachs, Mikaël. 2016.** *Data Center : Infrastructure pour la Ville .* [Énoncé Théorique ] France : EPFL-ENAC-SAR, 2016. Consulté 26-11-2019

**Saoudi Abdelaziz. 2013.** overblog. *Le compteur électrique intelligent algérien : les exagérations de l'APS.* [En ligne] 20 Juin 2013. [Citation : 13 11 2019.] <http://www.algerieinfos-saoudi.com/article-le-compteur-electrique-intelligent-algerien-les-exagerations-de-l-aps-118612442.html>.

**Schneider Electric, Février 2011.** Le livre blanc de l'Efficacité énergétique. [http://energie-industrie.com/media/Presentation/livre\\_blanc\\_ee\\_fevrier2011\\_schneider\\_electric\\_\\_1\\_\\_313445.pdf](http://energie-industrie.com/media/Presentation/livre_blanc_ee_fevrier2011_schneider_electric__1__313445.pdf)

**Secrétaire générale. mai 2016.** *Commission de la science et de la technique au service du développement -Infrastructures et villes intelligentes- .* Genève : Conseil économique et social, mai 2016. 1020-2064. 08-11-2019

**Simard, Joëlle. Juillet 2015.** LA VILLE INTELLIGENTE COMME VECTEUR POUR LE DÉVELOPPEMENT DURABLE : LE CAS DE LA VILLE DE MONTRÉAL . *Essai présenté au Centre universitaire de formation en environnement et en*

*développement durable en vue de l'obtention du grade de maître en environnement (M.Env.)*. (Québec, Canada) : Université de Sherbrooke, Juillet 2015./ Consulté 09\_11\_2019

**smartgrider In Advanced Metering Infrastructure. 2014.** ISGAN. INTERNATIONAL SMART GRID ACTION NETWORK. *AMI CASE Case05 / ITALIE*. [En ligne] 12 07 2014. [Citation : 07 01 2020.] <http://www.iea-isgan.org/ami-case-case05-italy/>

SMART METERS IN VICTORIA: INFORMATION AND CONCERNS, Version 3: Updated March 2013 Janobai Smith, BEC Monash, Cert. EMF Testing 29 March 2013

**Société de l'information et médias. 2012.** Contribution des TIC aux politiques et programmes d'amélioration de l'efficacité énergétique : initiatives locales et régionales. Mise en œuvre d'initiatives en matière d'efficacité énergétique exploitant les TIC : Synthèse. Union européenne, 2012, printed in Belgium. [http://ec.europa.eu/information\\_society/activities/sustainable\\_growth/docs/ict4ee\\_wiki/ex\\_summary\\_languages/ict4ee\\_fr.pdf](http://ec.europa.eu/information_society/activities/sustainable_growth/docs/ict4ee_wiki/ex_summary_languages/ict4ee_fr.pdf)

**Soma Shekara Sreenadh Reddy Depuru, Lingfeng Wang, Vijay Devabhaktuni and Nikhil Gudi. 2011.** *Smart Meters for Power Grid – Challenges, Issues, Advantages and Status*. [ Article scientifique ] s.l. : IEEE, 2011 11-11-2019

**Sonelgaz, Direction de. Consulté 10-12-2019.** *AMÉLIORATION DE LA DISTRIBUTION ÉLECTRIQUE DANS LA WILAYA DE BLIDA* Sonelgaz lance "le compteur intelligent". [Article] Blida : L'ALGÉRIE PROFONDE , Consulté 10-12-2019.

**SONELGAZ, ELIT.spa - Société du groupe.** CREDEG Centre de Recherche et de Développement de l'Electricité et du Gaz. *Universités nationales*. [En ligne] [Citation : Consulté 14 11 2019.] <http://www.credeg.dz/?page=article&id=90>

**Stroppa, P. Juin 2018.** *3 SYSTÈMES INTELLIGENTS, MAÎTRISER LES PERFORMANCES DES ROBOTS ET DES IA, DCMC/COM*. s.l. : © LNE, Juin 2018. 13-12-2019

**Stéphanie Bouckaert (Décembre 2013).** Contribution des Smart Grids à la transition énergétique : évaluation dans des scénarios long terme. MINES ParisTech ; Centre de Mathématiques Appliquées. pdf

**Svenja Keele, Dr Sangeetha Chandra-Shekeran and Dr Anne Kallies (RMIT). November 2018** . *Australian Smart Meter Experience : Summary of Resources* . Australia : Energy Transition Hub, November 2018 . Consulté 07-01-2020

**Sverrisson, Janet L. Sawin Kristin Seyboth et Freyr. 2016.** *DES ÉNERGIES RENOUVELABLES 2016, RENEWABLE ENERGY POLICY NETWORK FOR THE 21ST CENTURY*. [RAPPORT SUR LE STATUT MONDIAL ] Paris (France) : Secrétariat de REN21, 2016. Consulté 17-01-2020

**TECHNOLOGIE, COMMISSION DE L'ETHIQUE EN SCIENCE ET EN. 2017.** *LA VILLE INTELLIGENTE AU SERVICE DU BIEN COMMUN Lignes directrices pour allier l'éthique au numérique dans les municipalités au Québec*. Québec : Gouvernement du Québec, 2017. 978-2-550-79145-4. Consulté 09-11-2019

**The Wharton School. 2016.** *Villes Intelligentes, La valeur économique et sociale de la construction d'espaces urbains intelligents* . Philadelphia : University of Pennsylvania, 2016. Consulté 29-11-2019

**Thomas Lestavel. 2018.** LE FIGARO. *L'Italie, championne européenne du compteur intelligent*. [En ligne] 23 Mars 2018. [Citation : 20 12 2019.] <https://www.lefigaro.fr/conjoncture/2018/03/23/20002-20180323ARTFIG00335-1-italie-championne-europeenne-du-compteur-intelligent.php>.

**TITOUCHE, A. (2018).** La consommation d'énergie en forte hausse. *Liberté*.

*Un compteur électrique de fabrication algérienne.* **Yacine., M. Consulté Novembre 2019.** Algérie, Alger : Liberté, Consulté Novembre 2019.

**Université de la Réunion. LABORATOIRE DE RECHERCHE PIMENT.** Efficacité Énergétique des Bâtiments et des Quartiers - Maîtrise de l'Énergie sous les Climats Chauds et Tropicaux, et les Zones Non-Interconnectées (ZNI). <http://piment.univ-reunion.fr/actualites-recherche/efficacite-energetique-des-batiments-et-des-quartiers-maitrise-de-lenergie-sous-les-climats-chauds-et-tropicaux-et-les-zones-non-interconnectees-zni/>. Consulté 10-2019

**Vandromme, Dany. 2015.** *État de l'art sur les fonctionnalités et le déploiement des compteurs intelligents (eau, gaz et électricité)*. [Projet de Physique P6 STPI/P6/] France : INSA de Rouen, 2015.26-12-2019

- Vito Albino et al. 2015.** Smart cities : definitions, dimensions, and performance. Journal of Urban Technology. Publié 04 Février 2015. <https://www.tandfonline.com/loi/cjut20.pdf>
- WAHIBA, BOUMAMA. Mars 2013.** *AU SUJET DE LA POLITIQUE D'EFFICACITE ENERGETIQUE EN ALGERIE : APPROCHE SYSTEMIQUE POUR UN DEVELOPPEMENT DURABLE, CAS DE : PROGRAMME ECO6BAT.* [MEMOIRE POUR L'OBTENTION DU DIPLOME DE MAGISTER EN GENIE-CIVIL] Tlemcen : UNIVERSITE ABOU-BAKR BELKAID – TLEMEN, FACULTE DE TECHNOLOGIE, DEPARTEMENT DE GENIE-CIVIL, Mars 2013. Consulté 15-11-2019
- Wyman, Oliver. 2014.** *Trilemme Énergétique Mondial*. [Résumé] France : CONSEIL MONDIAL DE L'ÉNERGIE, WORLD ENERGY COUNCIL, 2014.
- Yuvraj Agarwal, Thomas Weng and Rajesh K. Gupta.** *Micro-Systems Driving Smart Energy Metering in Smart Grids.* [Article] San Diego : Department of Computer Science and Engineering UC San Diego, La Jolla, CA USA. Consulté 25-12-2019
- Zélem, Marie-Christine. 2015.** *Les smart meters peuvent-ils contribuer à infléchir les usages domestiques vers plus de sobriété?* . France : HAL, archives-ouvertes.fr, 2015. hal-01763207.
- Zelia Hampikian. 2017.** De la distribution aux synergies ? : Circulations locales d'énergie et transformations des processus de mise en réseau de la ville. France : HAL, archives-ouvertes.fr. Etudes de l'environnement. Université Paris-Est, 2017.
- 2009-2010.** ofgem. *ENERGY DEMAND RESEARCH PROJECT.* [En ligne] Mars 2009-2010. [Citation : 26 11 2019.] <https://www.ofgem.gov.uk/gas/retail-market/metering/transition-smart-meters/energy-demand-research-project>.
- 2016.** Datanergy le magazine de l'énergie 3.0. *Transition énergétique.* [En ligne] Powered by Invox Content Marketing, 2016. [Citation : 23 12 2019.] <https://www.datanergy.fr/glossaire/transition-energetique/>.
- 2018.** RESEAUX DURABLES, REFLEXIONS SUR L'ENERGIE EN RESEAUX,. *La Tunisie lance un grand plan Smart Grids.* [En ligne] 06 Avril 2018. [Citation : 30 12 2019.] <http://reseaudurable.com/tunisie-smart-grids/>, La Tunisie lance un grand plan Smart Grids. 30-12-2019
- 2018.** engie. *Comment contribuer à l'effacement électrique grâce aux réseaux intelligents.* [En ligne] 19 09 2018. [Citation : 17 11 2019.] <https://particuliers.engie.fr/electricite/conseils-electricite/installation-electrique/comment-contribuer-a-leffacement-electrique-grace-aux-reseaux-in.html>.
- 2019.** Selectra. *Smart grids en Europe : les réseaux électriques et compteurs intelligents.* [En ligne] 10 12 2019. [Citation : 03 01 2020.] <https://selectra.info/energie/guides/compteurs/compteurs-intelligents-france-europe>.

## ANNEXES

<b>Annexe I</b>	: Tableau de résultat de l'étude CBA pour l'année 2013 et l'année 2017 pour les compteurs d'électricité .....	II
<b>Annexe II</b>	: Tableau des couts d'installation des projets de smart meters .....	III
<b>Annexe III</b>	: Exemples de smart meters .....	IV
<b>Annexe IV</b>	: Questionnaire des habitants .....	V
<b>Annexe V</b>	: Guide d'interview avec un responsable .....	VI

## Annexe I : Tableau de résultat de l'étude CBA pour l'année 2013 et l'année 2017 pour les compteurs d'électricité

**Tableau 10** : Résultat de l'étude CBA pour l'année 2013 et l'année 2017 pour les compteurs d'électricité <sup>325</sup>

	Initial CBA result (as of July 2013)	Revised CBA result (as of July 2018)	Latest CBA conducted (as of July 2018)
Austria	Positive	Negative	2010
Belgium	Negative/Inconclusive	Positive/Inconclusive	2017
Bulgaria	N/A	Negative	2013
Croatia	N/A	Positive	2017
Cyprus	N/A	Inconclusive	2014
Czech Republic	Negative	Negative	2016
Denmark	Positive	N/A	N/A
Estonia	Positive	Positive	2011
Finland	Positive	Positive	2008
France	Positive	Positive	2013
Germany	Negative	Negative	2013
Greece	Positive	Positive	2012
Hungary	Inconclusive	Pending	2018
Ireland	Positive	Positive	2017
Italy	N/A	Positive	2014
Latvia	Negative	Positive	2017
Lithuania	Negative	Inconclusive	2018
Luxembourg	Positive	Negative	2016
Malta	NO CBA	NO CBA	NO CBA
Netherlands	Positive	Positive	2010
Poland	Positive	Positive	2014
Portugal	Inconclusive	Positive	2015
Romania	Positive	Positive	2012
Slovakia	Negative	Inconclusive	2013
Slovenia	N/A	Positive	2014
Spain	NO CBA	NO CBA	NO CBA
Sweden	Positive	Positive	2015

N/A: Not available

<sup>325</sup> **BELGIUM, E. C. (27 June 2019).** *BENCHMARKING SMART METERING DEPLOYMENT IN THE EU-28.* Belgique : Tractebel Impact BELGIUM S.A. engie. Consulté le 10-01-2020

## Annexe II : Tableau des couts d'installation des projets de smart meters

**Tableau 11** : Les couts d'installation des projets de smart meters <sup>326</sup>

Source : Commission européenne	Coût global du projet (milliards d'euros)		Nombre de compteurs (millions)	Coût global par compteur (euros)	Bénéfices par compteur (euros)
<b>Allemagne</b>	14,5		47,9	546	493
<b>France</b>	4,5		35	135	ND
<b>Italie</b>	3,4		36,7	94	176

<sup>326</sup> GRIDS-CRE, S. (2018-12-14). Les projets de compteurs évolués en Europe-. Récupéré sur Smart Grids: <http://www.smartgrids-cre.fr/index.php?p=compteurs-europe>. Consulté 16-11-2019

### Annexe III : Exemples de smart meters



**Figure 38 :** Smart meters Japonais  
**Source :** (Delrieu, Jacques Allard et Claudine. 2010)



**Figure 39 :** Smart meter Enel  
**Source :** (Vandromme, Dany. 2015)



**Figure 40 :** Compteur électrique intelligent 'Suède '  
**Source :** (Vandromme, Dany. 2015)

## Annexe IV : Guide questionnaire des habitants

Présenter en quelques ligne l'objectif de la recherche

1. Est ce que vous étiez sensibiliser ou informer avant l'installation des smart meters dans votre quartier ?

Oui

Non

**Résultat : pas d'information** (la majorité des répondants), **seulement dans le cas où le compteur se trouve à l'intérieur de l'habitation**

2. Une fois les compteurs sont installés, est ce qu'il y a eu un impact sur vous factures ?

Oui

Non

**Résultat : un changement de facture non lié à l'installation des compteurs,** (environs dizaine) qui ont signalé l'élévation des factures et ceci est du forcément à leurs consommations.

3. Quel est votre avis par rapport à la réussite du projet fixant l'objectif primordial la télé-relève (le releveur venait consulter les compteurs ou non) ?

**Résultat : Selon** la majorité des répondants, **le projet n'a pas réussi** car, même après l'installation du projet, le releveur vient régulièrement pour faire la relève.

Merci

## **Annexe V : Guide d'interview avec responsables**

1. Le site pilote de smart meters de Diar el Bahri de Blida représente un test de faisabilité, que signifie-t-il ?
2. Pourquoi le projet en lui-même ? Appartient-t-il à quelle politique (cadre) ?
3. Quels sont les objectifs de l'installation de ce projet ?
4. Comment il-est mis en œuvre ? Autrement, quelles sont les étapes (démarches) de la mise en place de ces compteurs ?
5. Comment il fonctionne ?
6. Est-ce que Sonelgaz est impliquée seule dans ce projet ? Si c'est le cas, pourquoi ? Si non, quels sont les acteurs impliqués dessus ?
7. Est-ce que les habitants sont informés par l'intégration de ce projet (campagnes de sensibilisation) ?
8. Quelle est la durée de réalisation de ce projet ? Et son cout ?
9. Est-ce que on peut dire que le projet a réussi ? Si oui, comment évaluer ces facteurs de réussite ? Si non, pourquoi ?
10. Existe-t-il un autre projet de ce genre en Algérie ?
11. En ce qui concerne les factures d'électricité ont été relevé à partir des nouveaux compteurs ou les anciens compteurs ?
12. Une fois les compteurs installés, est ce que dans cette période vous faisiez la relève à distance ou vous vous déplacez comme même pour faire la comparaison avec les anciens compteurs ?
13. Ces nouveaux compteurs sont-ils pour l'électricité seulement, ou l'électricité et le gaz ?
14. Pourquoi est-il en arrêt en ce jour ?
15. Et est-ce que vous comptez le reprendre dans un autre emplacement ?
16. Pourquoi il a eu particulièrement le choix du site de Diar el Bahri comme un site de test ? est-ce qu'il comporte des spécificités précises ?
17. Est-ce que ces smart meters utilisés dans le site sont connectés entre eux en constituant un réseau disant intelligent ?

Merci