


SMART GRIDS

Les entreprises, levier des politiques énergétiques en Île-de-France





Rapport présenté par Jacques EMPINET,
membre élu de la CCI Paris Île-de-France,
au nom de la Commission de développement économique régional
à l'Assemblée générale du 28 novembre 2019

Réalisé par Emmanuel Bacholle avec la participation de Valérie Aillaud,
Direction générale adjointe Service, Information, Représentation des entreprises

Remerciements

A tous les chefs d'entreprises
et membres d'organismes ou d'institutions
qui ont accepté de faire part de leur expérience
pour éclairer les enjeux et les opportunités
des Smart grids.

Qu'ils soient assurés de notre sincère
reconnaissance pour le temps qu'ils nous ont consacré et
pour la richesse de leur témoignage.

Leurs propos seront repris dans le corps
de l'étude et les verbatims.

SOMMAIRE

COMPOSITION DU GROUPE DE TRAVAIL DE LA CHAMBRE DE COMMERCE ET D'INDUSTRIE DE PARIS ÎLE-DE-FRANCE	4
INTRODUCTION	5
Les Smart grids, un levier pour gérer l'arrivée des énergies renouvelables	10
‣ 1 • Les politiques énergétiques en Île-de-France : des objectifs ambitieux	10
1.1 - L'échelon régional : la Stratégie Energie Climat.....	10
1.2 - L'échelon intercommunal : les Plans Climat Air Energie de Territoire (PCAET).....	11
1.3 - L'échelon métropolitain : le Plan Climat Air Energie Métropolitain.....	11
‣ 2 • Les Smart grids, une solution à la déstabilisation de l'équilibre offre / demande	12
‣ 3 • Les Smart grids, une solution économique à la croissance des besoins énergétiques	14
3.1 - Croissance des besoins énergétiques et gestion de la « pointe ».....	14
3.2 - Une alternative au renforcement des réseaux et des moyens de production d'énergie.....	16
‣ 4 • Les services offerts par les Smart grids	18
‣ 5 • L'apparition de nouvelles activités et de nouveaux métiers	19
Smart grids et développement économique en Île-de-France : un potentiel fort mais sous-exploité par les politiques publiques	23
‣ 1 • Un éco-système francilien des Smart Grids à structurer	25
1.1 - Des difficultés d'accès aux lieux d'expérimentation ou de démonstration.....	25
1.2 - Des difficultés d'accès aux données utiles pour l'expérimentation.....	27
1.3 - L'innovation dans les Smart grids en Île-de-France : une expertise importante mais éclatée au sein de divers organismes.....	30
1.4 - Un manque de coordination des acteurs et des projets à l'échelle régionale.....	31
‣ 2 • Un manque de visibilité sur les projets et orientations des collectivités	35
2.1 - Une faible connaissance des enjeux et outils des Smart grids par les collectivités.....	35
2.2 - Un manque de lisibilité du système d'acteurs locaux de l'énergie.....	38
2.3 - Le caractère peu incitatif des projets et actions des donneurs d'ordres.....	40
Annexe 1 : Listes des personnes auditionnées	44
Annexe 2 : Bibliographie	46



Composition du Groupe de Travail

Membres élus de la CCI Paris Île-de-France

Jacques EMPINET

Olivia LEVASSEUR

Bernard MICHEL

Jean-Michel TASSE

Michel VALACHE

Membre élu de la CCI Hauts-de-Seine

Gilles de COLOMBEL

Pilotage du Groupe

Chambre de Commerce et d'Industrie de Paris Île-de-France

Emmanuel BACHOLLE et **Valérie AILLAUD**

Nos remerciements à tous les membres du Groupe de travail
pour leur active participation à cette réflexion.

INTRODUCTION

Jusqu'à récemment, le modèle électrique français était intégré et monopolistique. Il a été construit sur un cercle vertueux visant à électrifier l'ensemble du territoire, créer la filière industrielle nucléaire, tout en garantissant l'indépendance énergétique nationale. La chaîne de valeur était assez simple, de la production centralisée aux ventes, sans réels services complémentaires. Ce système électrique présente les quatre grandes caractéristiques suivantes :

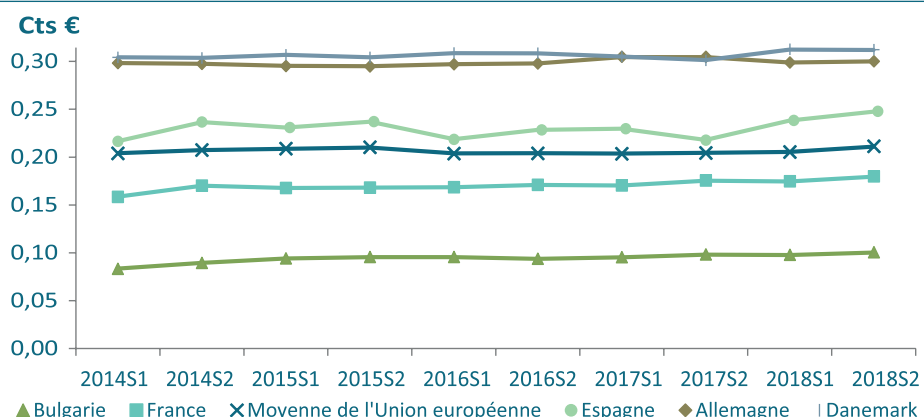
- **Un fonctionnement très centralisé**, descendant et unidirectionnel, du producteur vers le consommateur (cf. graphique 1).
- **Un faible coût de l'électricité** : le prix de l'électricité en France, à environ 17 centimes € du KWh en 2017, est en dessous de la moyenne européenne (cf. graphique 2).
- **Une égalité d'accès au réseau électrique** grâce à un système de péréquation tarifaire, dit du « timbre-poste »¹.
- **Un réseau très fiable** : grâce à des années d'investissements continus, financés par le système de péréquation, le temps de coupure annuel moyen par client en France est de 65 minutes en 2017², contre 4 heures aux Etats-Unis³.

Graphique 1 : Comparatif des caractéristiques des réseaux traditionnels et intelligents

Caractéristiques des réseaux électriques actuels	Caractéristiques des réseaux électriques intelligents
Analogique	Numérique
Unidirectionnel	Bidirectionnel
Production centralisée	Production décentralisée
Communicant sur une partie des réseaux	Communicant sur l'ensemble des réseaux
Gestion de l'équilibre du système électrique par l'offre/production	Gestion de l'équilibre du système électrique par la demande/consommation
Au service du consommateur	Au service du « Consom'acteur »

Source : CRE

Graphique 2 : Evolution semestrielle du prix du Kwh d'électricité pour les ménages dans plusieurs pays européens entre 2014 et 2018



Source : Eurostat

¹ Principe du « Timbre poste » : le coût de l'accès au réseau électrique est le même quel que soit l'endroit d'où l'on se raccorde au réseau. Ce principe se traduit dans l'assiette du Tarif d'Utilisation du Réseau Public d'Electricité (TURPE), fixé par la Commission de régulation à l'énergie (CRE), qui est calculé en fonction de la puissance souscrite d'une part et de la consommation d'autre part.

² Source : ENEDIS.

³ Source : US Energy Information administration (EIA) - <https://www.eia.gov>.

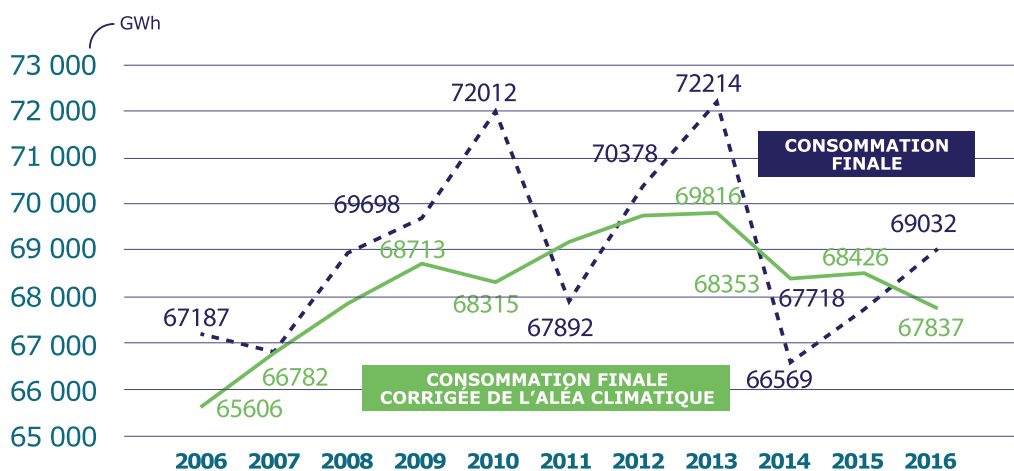


Dans ce système, l'équilibre production / consommation est assuré par le pilotage des centrales. Cette régulation permet une correspondance quasi parfaite entre la quantité d'électricité produite et la quantité d'électricité consommée pour un moment de la journée. Le graphique 3 illustre le caractère très variable de la consommation d'énergie électrique, en fonction notamment des aléas climatiques (dans cet exemple les températures hivernales), qui doit donc être compensé par un pilotage à la hausse de la production des centrales.

Ce cadre national a été remis en cause par l'ouverture à la concurrence imposée par l'Union européenne (cf. encart) et par l'introduction des énergies renouvelables, comme le stipule la loi pour la Transition Énergétique et la Croissance Verte (LTECV) du 17 août 2015. En raison de leur caractère intermittent, les énergies renouvelables perturbent le système traditionnel d'ajustement de l'équilibre sur le réseau par l'offre.

Toutefois, l'introduction des technologies numériques sur l'ensemble du process (production, transport, distribution fourniture de l'électricité) pourrait minimiser leur impact sur cet ajustement.

► Graphique 3 : Évolution de la consommation



Source : RTE 2016



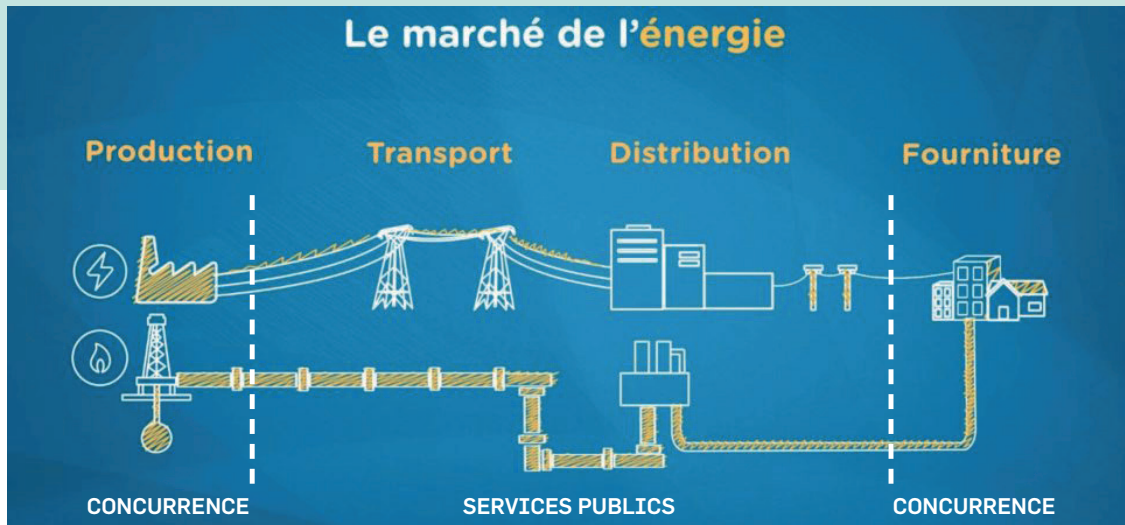
L'OUVERTURE À LA CONCURRENCE DANS LE MARCHÉ FRANÇAIS DE L'ÉLECTRICITÉ

Dans les années 2000, l'Union européenne a décidé d'ouvrir à la concurrence le marché de l'énergie en Europe et a publié plusieurs directives en ce sens. Ces directives ont été transcrites dans le droit français par la loi « Nouvelle Organisation du Marché de l'électricité » (ou Loi NOME) du 7 décembre 2010.

Celle-ci réorganise le marché de l'électricité en quatre grands pôles :

- La production d'électricité (centrales nucléaires, à charbon, à gaz ou au fioul, barrages hydroélectriques, éoliennes...)
- Le transport d'électricité (transport de l'électricité sur longue distance, au moyen de lignes à haute tension, à partir des centrales de production vers les zones de consommation) ;
- La distribution d'électricité (transformation de l'électricité haute tension, en provenance du réseau de transport, en électricité basse tension via un poste source et acheminement auprès des consommateurs finaux sur une zone) ;
- La fourniture d'électricité (livraison de l'électricité aux consommateurs finaux, entreprises ou particuliers).

Le premier et le dernier pôles (production et fourniture d'électricité) sont progressivement ouverts à la concurrence, tandis que les deux autres (transport et distribution) sont constitués en tant qu'activités régulées, c'est-à-dire qu'elles sont exercées par une seule entreprise en monopole (RTE pour le transport et ENEDIS pour la distribution), créée par le démembrement de l'opérateur historique EDF au sein d'une entité juridique distincte. Une autorité indépendante, la Commission de Régulation de l'Énergie (CRE) fixe les tarifs d'accès aux réseaux gérés par ces entreprises, en garantissant la transparence et l'efficacité concurrentielle. Cette organisation est conforme aux directives européennes, qui instituent le statut de « monopole régulé » pour les activités de gestion des réseaux de transport et de distribution d'électricité.



Source : Direct énergie



En fait, l'élément le plus perturbateur pour le système électrique est la nouvelle compétence des collectivités locales en matière d'énergie. Elles ont émergé en tant qu'acteurs déterminants de la planification énergétique sur leurs territoires respectifs, grâce aux nouvelles compétences qui leur ont été attribuées par plusieurs lois : MAPTAM, NOTRe et surtout LTECV. Elles ont la responsabilité d'élaborer différents schémas parmi lesquels les Plans Climat Air Energie de Territoire (PCAET).

Dans sa stratégie régionale énergie-climat adoptée le 3 juillet 2018, l'exécutif régional francilien alertait sur la situation énergétique de la région qu'elle estimait être « celle du dernier de la classe, à la fois coûteuse, déséquilibrée et quasi-totalement dépendante de l'extérieur ».

Fort de ses nouvelles compétences en matière d'énergie, et aussi en matière de développement économique, la région s'est donc fixée de nouvelles ambitions et objectifs.

Les technologies numériques vont lui permettre de répondre à ses ambitions et contribuer à minimiser le coût de l'énergie en Île-de-France. Les Smart grids (cf. définition) sont un facteur de modernisation qui se positionne efficacement sur l'aval du système énergétique traditionnel et dont le déploiement évite des coûts onéreux de remplacement ou de renforcement massif des réseaux existants.

Les nouveaux services qui naîtront de l'initiative des territoires apporteront flexibilité et intelligence au système électrique : effacement de la consommation, optimisation de l'équilibre offre-demande, recharge intelligente des véhicules électriques, etc.

Pour la France, les Smart-grids représentent un marché évalué à 1,5 Md € en 2018 et 1,2 Md € en 2021⁴. Ils recouvrent toutes les solutions techniques innovantes. Qu'elles soient positionnées sur le domaine des infrastructures électriques (équipement, capteurs, lignes électriques, compteurs, etc.), des logiciels (pilotage et optimisation du réseau grâce à la Data) ou de la sécurité des données, ces innovations offrent des opportunités business que les PME et TPE de l'énergie ou du numérique souhaitent saisir.

Malgré le potentiel qu'elles représentent et la mobilisation en leur faveur, l'environnement de marché des Smart grids n'est pas structurellement favorable au développement des petites entreprises, en raison des caractéristiques historiques du système électrique français évoquées plus haut (centralisation, coût faible, égalité d'accès et fiabilité du réseau), qui représentent, indirectement, des facteurs désincitatifs au développement du marché.

Dans ce contexte, les petites et moyennes entreprises s'interrogent sur leur mobilisation dans la trajectoire régionale. Comme le relevait déjà la CCI Paris Île-de-France dans son cahier d'acteur de juillet 2018 lors du débat public sur la programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE), « *des bouleversements technologiques importants s'amorcent dans le domaine de l'énergie. Il est crucial d'aider les entreprises à monter dans ce « train » de l'innovation énergétique pour qu'elles maintiennent leur niveau de compétitivité* ».

Elles se questionnent sur l'écosystème francilien de l'énergie sur lequel s'appuyer, sur sa structuration et sa dynamique : quel rôle pour les différents acteurs ? Quels interlocuteurs aux différentes échelles territoriales ? Quelle pérennité des décisions politiques pour encourager de nouvelles activités, projets ? Quelles opportunités de développement sur les territoires ?



SMART GRIDS - DÉFINITION DE LA COMMISSION DE RÉGULATION À L'ÉNERGIE (CRE)

Pour faire face aux mutations du paysage énergétique, il est nécessaire de moderniser le système électrique. Le contexte français et européen, dans lequel se sont développés les réseaux électriques, conduit à privilégier le déploiement des technologies de Smart grids plutôt que le remplacement et le renforcement massif des réseaux.

L'intégration des nouvelles technologies de l'information et de la communication aux réseaux les rendra communicants et permettra de prendre en compte les actions des acteurs du système électrique, tout en assurant une livraison d'électricité plus efficace, économiquement viable et sûre.

Le système électrique sera ainsi piloté de manière plus flexible pour gérer les contraintes telles que l'intermittence des énergies renouvelables et le développement de nouveaux usages tels que le véhicule électrique. Ces contraintes auront également pour effet de faire évoluer le système actuel, où l'équilibre en temps réel est assuré en adaptant la production à la consommation, vers un système où l'ajustement se fera davantage par la demande, faisant ainsi du consommateur un véritable acteur.

NDA : Le terme de « Smart grids » est utilisé pour tous les fluides (gaz, eau), et pas seulement pour l'électricité. Par simplicité, seul le volet « électricité » des Smart grids sera traité dans cette étude, et non les volets « gaz » ou « eau ».



CHAPITRE 1

Les Smart grids, un levier pour gérer l'arrivée des énergies renouvelables

Les collectivités locales franciliennes affichent des objectifs ambitieux de développement d'énergies renouvelables. La régulation classique par la production n'étant pas du ressort des territoires, il faut imaginer des solutions nouvelles permettant de mettre à contribution la consommation. L'introduction des technologies numériques en aval de la chaîne de production permet, en offrant aux territoires des capacités d'initiative, de contribuer à l'équilibre offre/demande et d'atteindre leurs objectifs. L'émergence des Smart grids crée un foisonnement de nouvelles activités qui sont a priori autant d'opportunités pour les PME et TPE franciliennes.

1 | Les politiques énergétiques en Île-de-France : des objectifs ambitieux

En matière énergétique, l'Île-de-France se caractérise principalement par une faible autonomie, 92 % de l'énergie qui y est consommée est en effet produite dans d'autres régions. L'essentiel de la production locale est constitué d'énergies renouvelables⁵ (ENR). La région se caractérise également par des émissions de CO₂ élevées, environ 100 millions de tonnes équivalent CO₂ par an⁶. Ces éléments encouragent l'Île-de-France et les collectivités locales qui la composent à afficher des ambitions importantes en matière d'efficacité énergétique, de production d'énergies renouvelables et de réduction des émissions de gaz à effet de serre.

Ces ambitions se traduisent par des objectifs qui s'inscrivent dans ceux posés par la loi Transition énergétique et Croissance Verte (LTECV). Cette loi confère aux collectivités locales des compétences et des moyens d'actions pour les aider à y parvenir. En Île-de-France, plusieurs collectivités participent à la définition des politiques publiques énergétiques : la Région, les intercommunalités et la Métropole.

1.1 | L'échelon régional : la Stratégie Energie Climat

La région a adopté une Stratégie Energie Climat en juillet 2018, en complément du Schéma Régional Climat Air Energie (SRCAE) réalisé conjointement avec l'Etat en 2012. Pour combler le retard pris pour atteindre les objectifs établis dans le SRCAE, la stratégie fixe 3 grands principes : sobriété, production d'énergies renouvelables et réduction de la dépendance, en visant deux séries d'objectifs d'envergure :

- A l'horizon 2030, l'ambition générale est de réduire de moitié par rapport à 2015 la dépendance de l'Île-de-France aux énergies fossiles et au nucléaire. Ceci se traduit par plusieurs objectifs : réduire de -20 % les consommations finales d'énergie, multiplier par 2 les énergies renouvelables produites dans la région francilienne, qui devront représenter 20 % de la consommation d'énergie, et de multiplier par 3 la part globale des ENR dans le mix énergétique, qui devra donc comporter 40 % d'ENR (produites ou non en Île-de-France).
- A l'horizon 2050, l'ambition est de réduire de 40 % la consommation énergétique régionale, et de multiplier par 4 la quantité d'énergie renouvelable produite sur le territoire francilien, afin de tendre vers une « région 100 % ENR et zéro carbone ».

En matière de compétences, la LTECV⁷ attribue à la Région le rôle de chef de file ; elle est ainsi chargée d'organiser les modalités de l'action commune des collectivités territoriales et de leurs établissements publics dans ce domaine. Il lui revient donc, in fine, d'assurer la coordination des actions et politiques publiques en matière d'énergie-climat portées par les collectivités.

⁵ Source : Stratégie Energie Climat de la région Île-de-France, juillet 2018.

⁶ Soit 30 % environ des émissions françaises.

⁷ Article L.1111-9 du CGCT - Source : Stratégie Energie Climat de la région Île-de-France, juillet 2018.



1.2 | L'échelon intercommunal : les Plans Climat Air Energie de Territoire (PCAET)

La LTECV a également donné un nouveau rôle en matière de politique énergétique aux intercommunalités. En élaborant des documents de planification énergétique - les « Plans Climat Air Energie de Territoire » (PCAET) - dans lesquels elles fixent des objectifs stratégiques et opérationnels, et prennent le statut de « Coordinatrice de Transition énergétique » sur leur territoire, les intercommunalités⁸ peuvent :

- Lancer les actions de maîtrise de l'énergie auprès des consommateurs.
- Proposer au gestionnaire du réseau de distribution de créer un service de flexibilité local pour optimiser la gestion du réseau.
- Définir des orientations générales concernant les réseaux d'énergie dans les PADD (Plans d'Aménagement et de Développement Durable).
- Créer un réseau de chaleur ou de froid.
- Participer au capital d'une société anonyme dédiée à la production d'ENR.
- Obtenir plus facilement des données énergétiques de la part des gestionnaires de réseaux d'énergie (ENEDIS, GRDF).

1.3 | L'échelon métropolitain : le Plan Climat Air Energie Métropolitain

A l'échelle de la Métropole du Grand Paris (MGP), la loi « portant Nouvelle Organisation Territoriale de la République » (NOTRe) a introduit certaines spécificités, dont la création d'un Plan Climat Air Energie Climat Métropolitain (PCAEM), validé en septembre 2017, qui prévoit à horizon 2030 :

- Une réduction de -30 % des consommations énergétiques.
- Une part d'énergies renouvelables et de récupération égale à 50 % du mix énergétique, dont 20 % produites localement.
- Une réduction de 50 % des émissions de gaz à effet de serre.

La MGP doit s'assurer de la cohérence de son PCAEM avec les autres documents de planification à l'échelle supérieure (Stratégie nationale bas carbone, Schéma régional Climat Air Energie), ou au même niveau (SCoT, SDRDE, PMHH). Concernant les Etablissement Publics Territoriaux (EPT) de la MGP, ceux-ci doivent, dans le cadre de leurs PCAET, établir un programme d'actions pour atteindre les objectifs fixés par le PCAEM. Les Plans Locaux d'Urbanisme intercommunaux (PLUi), élaborés par les EPT, doivent eux aussi être cohérents avec le PCAEM⁹ (cf. schéma 1).

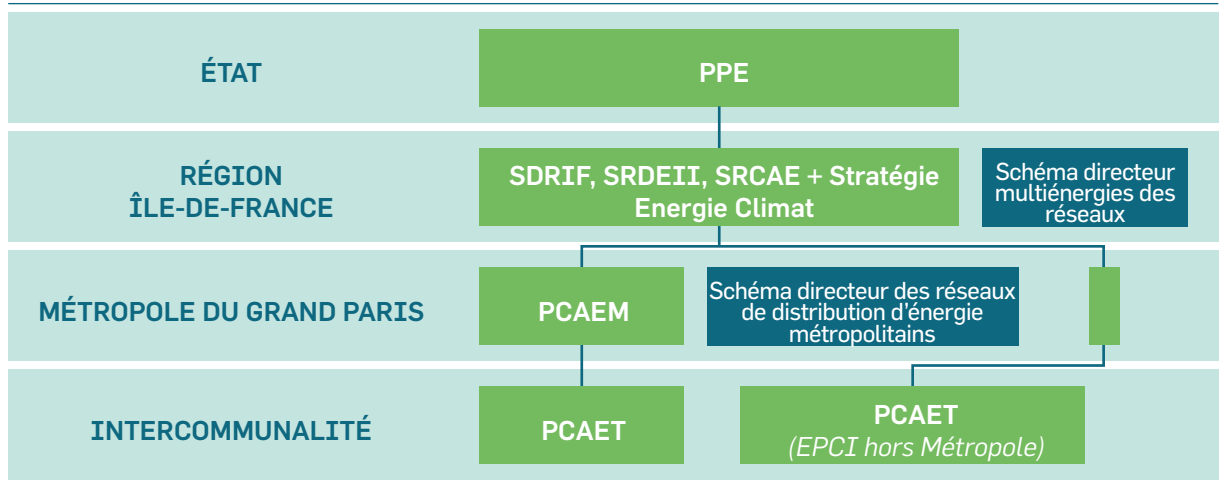
L'ensemble de ces objectifs d'introduction d'énergies renouvelables, servis par des stratégies déclinées dans des plans d'actions et des documents de planification à différentes échelles territoriales, est particulièrement volontariste. Leur concrétisation va nécessiter un degré élevé de coordination. Comment cette ambition va-t-elle s'articuler avec l'organisation des réseaux d'énergie qui repose sur une régulation par l'offre ?



⁸ Source : « Recommandations pour des collectivités Smart grids ready » ; ThinkSmartGrids, ADEME, FNCCR, SEFC, 2018.

⁹ Source : Plan Climat Air Energie métropolitain (PCAEM), MGP, septembre 2017.

► Schéma 1 : Organisation des compétences territoriales pour la planification énergétique



Source : CCI Paris Île-de-France, ADEME, Thinksmartgrid, Stratégie énergie climat IDF

2 | Les Smart grids, une solution à la déstabilisation de l'équilibre offre / demande

Historiquement, la chaîne de production et de distribution de l'électricité est organisée de manière centralisée et descendante. Cette organisation est schématisée sur le schéma 2 : l'électricité est produite dans les centrales puis transformée en voltage à haute tension, acheminée sur le réseau de transport national, puis transformée en électricité basse tension pour être distribuée au consommateur final via le réseau local. Ce dernier, qui peut être un particulier ou une entreprise, est facturé sur la base de sa consommation. L'équilibre sur le réseau est assuré par le pilotage des centrales de production à énergie fossile (nucléaire, fioul, charbon...) ou renouvelable (hydroélectricité), qui permet de contrôler la production en l'adaptant à la consommation à l'instant T.

Cette organisation est remise en cause par plusieurs évolutions :

- Le développement des énergies renouvelables, encouragé par les politiques publiques dont le caractère « intermittent » – imprévisible donc incontrôlable - de la production déstabilise l'équilibre offre-demande sur le réseau.
- Le développement des énergies renouvelables **décentralisées**, c'est-à-dire produites en petites quantités par des consommateurs (ex : panneaux solaires sur le toit) et réinjectées sur le réseau ou autoconsommées de manière individuelle ou collective.
- Le développement de nouveaux usages fortement consommateurs d'électricité et dont l'« appel de puissance » sur le réseau est concentré à certaines heures de la journée ou périodes de l'année : véhicule électrique, chauffage électrique, climatisation...
- Le couplage des réseaux de gaz et d'électricité pour des échanges d'énergies (Power-2-gas).

Tous ces facteurs déstabilisent l'équilibre offre/demande sur le réseau électrique, qui n'a pas été conçu pour les absorber.

Il devient donc nécessaire qu'il soit plus agile. L'introduction de technologies numériques (TIC) tout au long du circuit le permet (production, réseau, pilotage, consommation)¹⁰. Couplées à ces technologies numériques, des technologies de stockage de l'électricité peuvent également permettre d'accroître l'agilité de la chaîne de production, par exemple en stockant l'énergie renouvelable produite à un moment où elle n'est pas consommée pour la restituer plus tard.



Cependant, pour retrouver l'équilibre, il est nécessaire de jouer d'abord sur l'aval de la chaîne de production et de distribution. En effet, puisque la production centralisée devient moins contrôlable en raison des énergies renouvelables, c'est d'abord sur la demande que reposent les nouvelles possibilités d'équilibrage. Comme indiqué sur le schéma 3, l'introduction des technologies numériques se fait majoritairement au plus près de la consommation : traitement et communication des données générées au niveau des réseaux de distribution, compteurs intelligents, gestion de ces données et des services afférents pour le consommateur.

Une nouvelle organisation de la chaîne de production autour non seulement du consommateur, mais également du local, en découle :

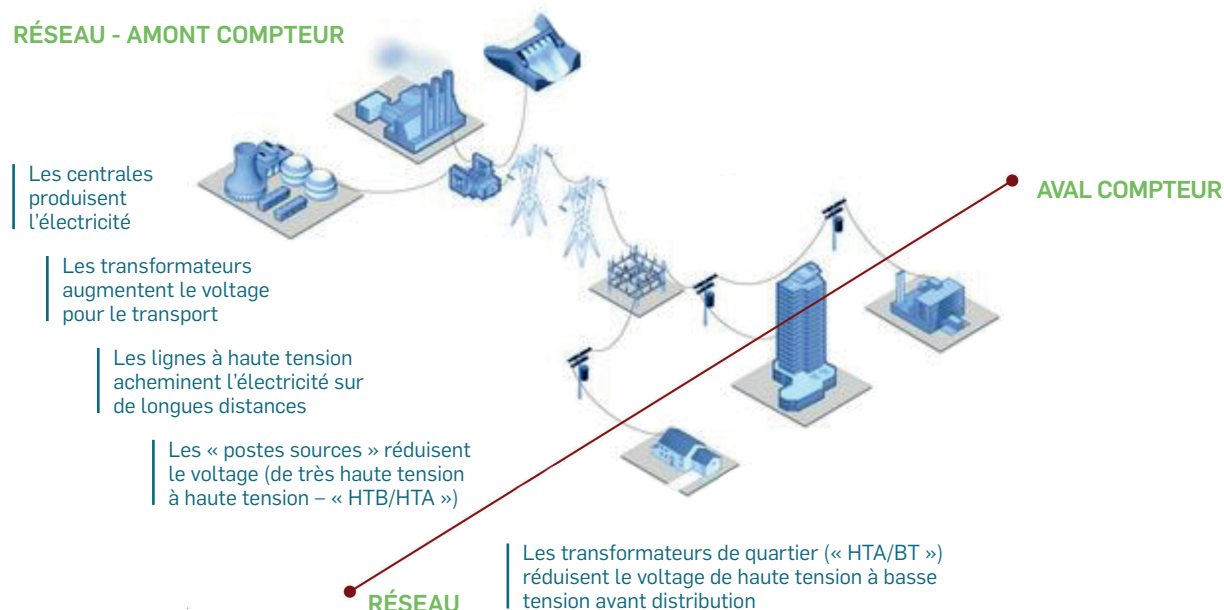
- Le consommateur (entreprise ou particulier), en produisant de l'énergie de manière décentralisée, qu'il peut choisir de revendre/auto consommer, ou en proposant des services au réseau électrique comme le report de consommation, devient un acteur du système de l'énergie. C'est un « consom'acteur ».
- Avec une énergie produite par les consommateurs, l'organisation d'échanges à une échelle locale devient pertinente. Les technologies numériques facilitent ces échanges locaux, car elles permettent d'interfacer producteurs et consommateurs d'énergie de différentes fonctions/secteurs à l'échelle de l'agglomération, de la ville ou du quartier (industrie, immobilier-habitat, déchets, transports).

Ainsi, l'introduction de technologies numériques sur l'aval de la chaîne de production, permet de développer des services innovants destinés aux producteurs et aux consommateurs qui tendent vers l'amélioration de leur « performance énergétique locale »¹¹.

L'ensemble de ces technologies et services forment ce que l'on appelle les « réseaux électriques intelligents » (REI), ou « Smart grids »¹². Ils constituent une solution à la déstabilisation de l'équilibre offre/demande provoqué par le développement des énergies renouvelables en favorisant de multiples solutions pour la gestion de la consommation. En se positionnant sur l'aval, les services offerts par ces innovations contribueront ainsi l'atteinte des objectifs des collectivités locales franciliennes en matière énergétique.

➤ Schéma 2 : Chaîne de production de l'énergie électrique

RÉSEAU - AMONT COMPTEUR



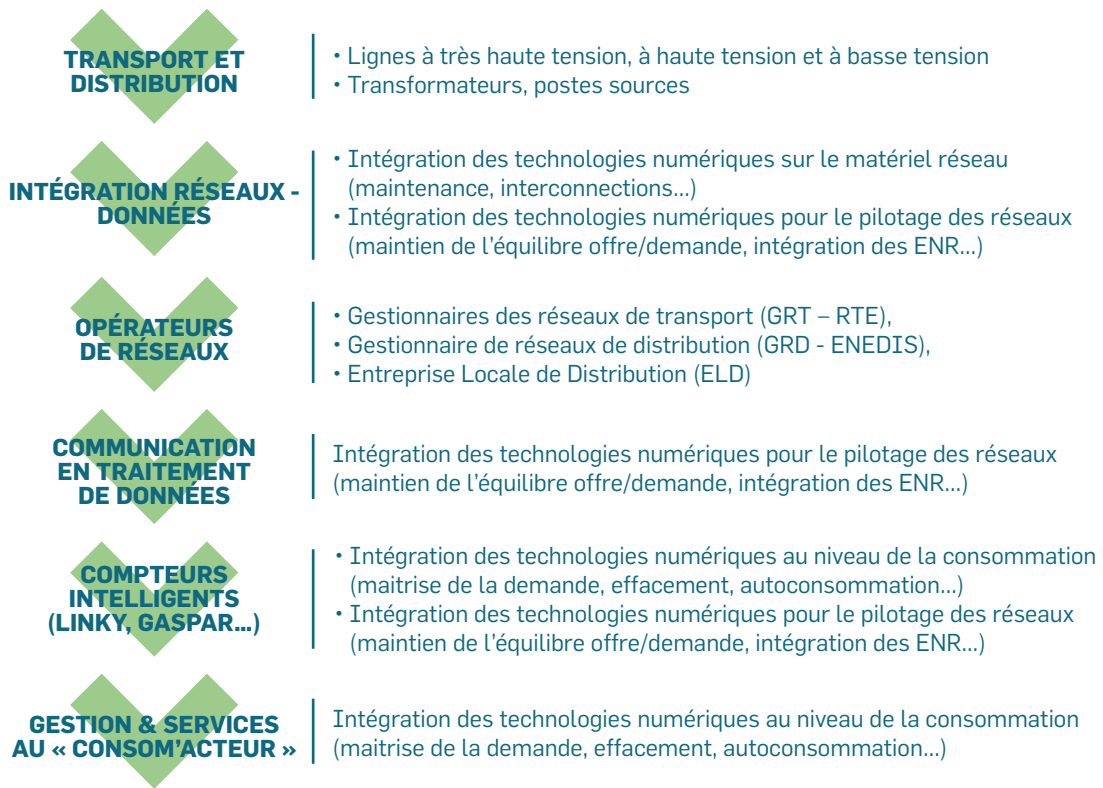
Source : étude Erdyn et Ad Conseil pour la DRIEE IdF, février 2012

¹¹ Source : « Nouveaux modèles économiques urbains : le métier des opérateurs de l'énergie au défi de la performance énergétique locale », Institut de la Ville Durable, 2018.

¹² Par simplicité, seul le volet « électricité » des Smart grids sera traité dans cette étude, et non les volets « gaz » ou « eau ».



➤ Schéma 3 : Introduction des technologies numériques dans la chaîne de production de l'électricité



Source : étude Erdyn et Ad Conseil pour la DRREE IdF, février 2012 CCI Paris Île-de-France

3 | Les Smart grids, une solution économique à la croissance des besoins énergétiques

Un autre argument plaide en faveur de l'utilisation des Smart grids : la croissance attendue des besoins énergétiques et du « pic » de consommation électrique en Île-de-France.

3.1 | Croissance des besoins énergétiques et gestion de la « pointe »

Les prévisions de croissance démographique et économique pour la région Île-de-France font état d'une progression notable¹³ qui va générer de nouveaux besoins énergétiques à l'avenir. Cette dynamique est renforcée par le projet du Grand Paris, qui prévoit notamment 200 km supplémentaires de lignes de métro (Grand Paris Express) et d'autres projets de transports en commun (nouvelles lignes de tramway, de RER), générant ainsi un besoin énergétique additionnel.

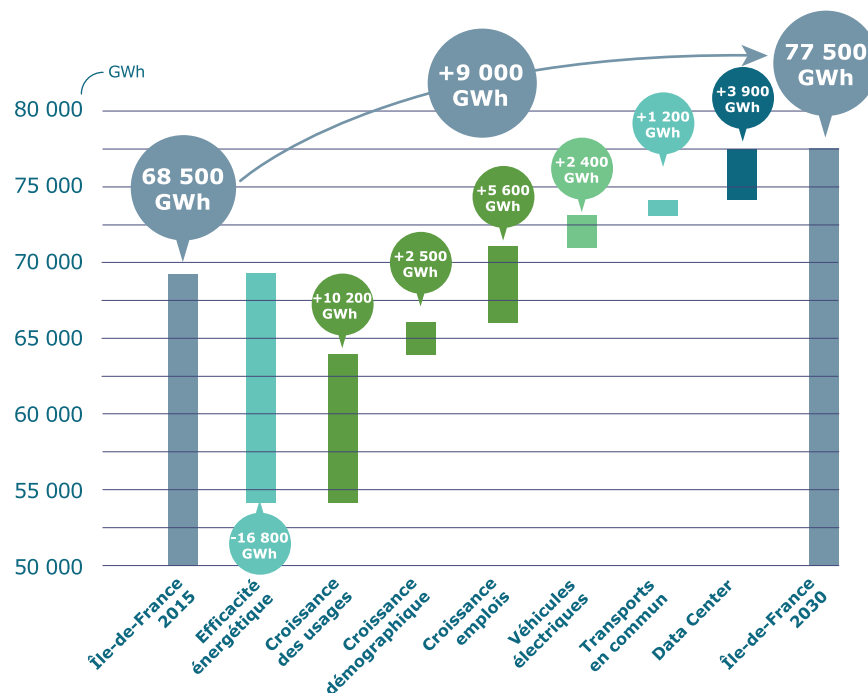
Ce développement massif des transports en commun entraîne également une reconfiguration urbaine qui donne lieu à de nombreux projets de construction de logements et de locaux tertiaires ou d'activité, générant là encore des besoins électriques supplémentaires. Enfin, le développement attendu de nouveaux usages électriques, comme la mobilité électrique ou les Datacenters, va ajouter encore de nouveaux besoins en électricité.

¹³ « Les créations d'emploi en Île-de-France à l'horizon 2030 », Défi métiers IdF, déc. 2012 & De 680 000 à 1,1 million de ménages franciliens en plus à l'horizon 2030, INSEE, Île-de-France à la page n°387 - mars 2012.



D'après le Réseau de Transport Electrique (RTE), la croissance globale des besoins électriques en Île-de-France, déduction faite des efforts réalisés en matière d'efficacité énergétique, progressera de +13 % entre 2015 et 2030. Les nouveaux usages (Smartphones, réseaux de communication...) constituent la principale source de croissance, suivis par le véhicule électrique et le développement des transports en commun¹⁴ (cf. graphique 4).

➤ Graphique 4 : Impact des différents facteurs sur l'énergie électrique consommée en Île-de-France à l'horizon 2030



Source : RTE 2016

Cette croissance des besoins aura un effet particulièrement important sur la « **pointe électrique** », une heure de la journée ou un jour de l'année dans lequel la consommation atteint un niveau maximal du fait d'une conjonction de facteurs (modes de vies, saisons). Plus cette pointe est élevée, plus les réseaux doivent faire l'objet d'investissements de renforcement ou de « dimensionnement » afin de supporter la charge électrique et éviter un « black-out ». En outre, il peut être souvent nécessaire d'apporter rapidement le surplus d'énergie nécessaire avec des centrales d'appoint, à gaz, à fioul ou à charbon. Ces centrales sont coûteuses et fortement émettrices de gaz à effet de serre, alors qu'elles ne servent qu'une partie de l'année (l'hiver). Il en existe plusieurs de ce type en Île-de-France¹⁵.

Pour absorber cette pointe, les gestionnaires du réseau électrique, ENEDIS et RTE, anticipent déjà des investissements supplémentaires visant à renforcer les réseaux en Île-de-France, avec une croissance de la pointe estimée à +9 000 MW pour ENEDIS et +2 400 MW pour RTE en 2030¹⁶.



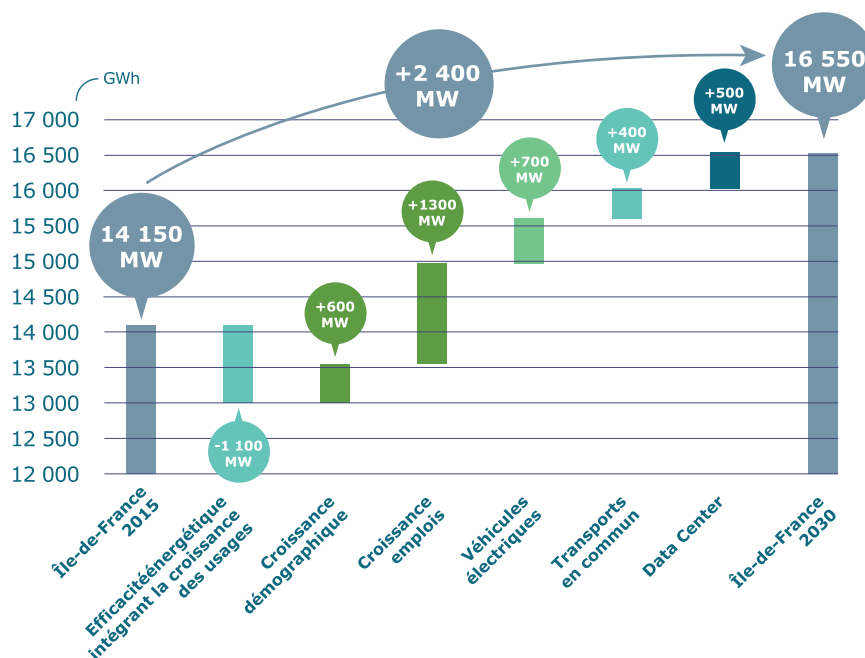
¹⁴ Source : RTE, Bilan électrique et perspectives 2016 en Île-de-France.

¹⁵ « Turbines à Combustion (TAC) » de Gennevilliers, Vitry-Arrighi, Vaires-sur-Marne, Montereau. Source : EDF.

¹⁶ Source : PCAEM de la Métropole du Grand Paris, 2017.

Selon RTE, la pointe francilienne va croître de +17 % entre 2015 et 2030, soit sensiblement plus que la croissance globale des besoins (+13 %). La croissance de cette pointe, déduction faite des efforts réalisés en matière d'efficacité énergétique, serait générée principalement par la croissance en emplois et le développement du véhicule électrique (cf. graphique 5)¹⁷.

► Graphique 5 : Impact des différents facteurs sur la pointe de consommation électrique en Île-de-France à l'horizon 2030



Source : RTE 2016

Ce dernier point reste encore incertain, car il existe de nombreuses interrogations concernant le rythme de développement du véhicule électrique à l'avenir, liées à plusieurs paramètres : nombre et répartition des sites d'avitaillement (bornes de recharges), innovations technologiques dans les batteries pour en augmenter l'autonomie, prix des véhicules électriques, aides gouvernementales...

Ainsi RTE évalue le nombre de véhicules électriques en France en 2035 de 5,5 à 15,6 millions, selon 4 scénarii différents¹⁸.

En fonction du scénario, surtout dans le cas de la fourchette haute, les répercussions du développement du véhicule électrique sur la consommation électrique, et notamment sur la pointe, seraient particulièrement élevées¹⁹.

3.2 | Une alternative au renforcement des réseaux et des moyens de production d'énergie

Pour faire face à cette croissance des besoins énergétiques et de la « pointe électrique », il existe plusieurs solutions : réduire les consommations, favoriser l'efficacité énergétique, augmenter les moyens de production à partir des énergies fossiles ou renouvelables, renforcer les réseaux, ou développer l'utilisation des Smart grids.

Cette dernière possibilité est particulièrement adaptée à la gestion de la pointe, car elle permet, grâce à la flexibilité qu'elle apporte, de mieux lisser les consommations dans le temps et donc de réduire cette

¹⁷ Source : RTE, Bilan électrique et perspectives 2016 en Île-de-France.

¹⁸ Source : RTE, Bilan prévisionnel de l'équilibre offre-demande d'électricité en France, édition 2017.

¹⁹ Les 4 scénarii se nomment Ampère, Hertz, Volt et Watt.

¹⁹ De +48 Twh en France d'après une étude RTE – Avere France 2019.



« pointe ». Cette réduction diminue d'autant la nécessité de lancer de coûteux investissements dans des moyens de production d'énergie et des travaux de renforcement du réseau dédiés à la pointe.

Il n'existe pas d'études menées à l'échelle régionale pour estimer les économies générées par le déploiement des Smart grids. En revanche, de telles études ont été conduites à l'échelle française et mondiale. D'après l'Agence Internationale de l'Energie (AIE), l'utilisation des technologies de « recharge intelligente » ou « smart charging » des véhicules électriques apporterait de la flexibilité au réseau, ce qui permettrait d'économiser entre 100 et 280 milliards \$ d'investissements nouveaux dans les infrastructures électriques à l'échelle du monde²⁰.

En France, une récente étude a conclu que l'utilisation de ces technologies de « recharge intelligente » permettrait de diviser par deux le coût d'adaptation de la production d'électricité au véhicule électrique, avec un gain global pour le système électrique allant de 1 à 1,3 milliards € par an selon les technologies utilisées²¹, et une diminution de 5 millions de tonnes équivalent CO₂ par an.

Une autre étude, plus générale, a été réalisée par RTE en 2017 pour évaluer l'intérêt économique d'un déploiement généralisé des Smart grids sur le réseau électrique français à horizon 2030²². Cette étude conclut à **une économie pour la collectivité** (consommateurs particuliers et entreprises) **de 800 millions € par an d'ici 2030** en cas de déploiement généralisé des solutions Smart grids sur le réseau français.

Les économies proviennent des moyens de production d'énergie supplémentaires, des coûts de combustibles, et des coûts de renforcement du réseau évités, grâce à l'effet à la baisse des Smart grids sur la pointe de consommation. En regard, l'étude chiffre à 400 millions € par an le coût d'investissement et d'exploitation des solutions Smart grids déployées pour y parvenir, soit un bénéfice net en termes d'économies de 400 millions € par an pour la collectivité. L'étude indique également que le déploiement des Smart grids induit une réduction de 800 000 tonnes équivalents CO₂ par an d'émissions de gaz à effet de serre liés au non recours aux centrales à charbon ou à gaz lors de la pointe, et à l'utilisation des énergies renouvelables, non émettrices de CO₂.

A l'échelle mondiale, toujours d'après l'étude de l'AIE, l'utilisation de solutions Smart grids pour l'effacement et le stockage d'ici 2040, permettraient de réduire l'« écrêtement »²³ de la production d'énergies renouvelables de 67 TWh (soit 2,89 % de la production totale mondiale), ce qui ajouterait mécaniquement 67 TWh d'énergies renouvelables dans le mix énergétique mondial, soit une économie de 30 millions de tonnes équivalent CO₂ en émissions de gaz à effet de serre.

A mesure que les énergies renouvelables se développeront, le problème de l'écrêtement va devenir un enjeu de plus en plus fort. L'AIE évalue la valeur de l'écrêtement mondial à 85 Twh en 2040, soit 7 % de la production d'énergies renouvelables perdue sans utilisation des solutions Smart grids.

Comme le mettent en évidence les données issues de ces études, les solutions Smart grids, par la flexibilité qu'elles apportent sur le réseau, permettent de mieux gérer la contrainte introduite par les énergies renouvelables en raison de leur intermittence, et donc de les utiliser au mieux de leur potentiel, ce qui améliore leur rendement et leur part dans le mix énergétique.

S'il n'est pas possible d'extrapoler ces résultats à l'Île-de-France, il est néanmoins difficile de nier, à la vue de ces données, que les services offerts par les Smart grids, en plus de contribuer à l'atteinte des objectifs des collectivités locales franciliennes, permettront d'absorber la croissance des besoins énergétiques de manière moins coûteuse, grâce à une meilleure gestion de la pointe électrique, des économies d'investissement dans les réseaux et les moyens de production, et enfin une maximisation du rendement des énergies renouvelables.

²⁰ "Digitalization & Energy", Agence Internationale de l'Energie, 2017.

²¹ Source : étude RTE/Avere-France, mai 2019.

²² « Réseaux électriques intelligents - valeur économique, environnementale et déploiement d'ensemble », RTE, juin 2017.

²³ Si les conditions météo sont telles que le réseau connaît un afflux d'énergie d'origine renouvelable (solaire, éolien), mais que la demande présente au même instant n'est pas en capacité de l'absorber, alors cet afflux est « écrêté », et donc perdu.



4 | Les services offerts par les Smart grids

Les Smart grids se décomposent en plusieurs types d'applications, sous forme généralement de services :

- des services d'efficacité énergétique, visant à réduire les consommations,
- des services de flexibilité énergétique, qui permettent par exemple au consommateur d'adapter sa consommation en fonction des contraintes du réseau,
- des services de diversification du mix énergétique²⁴.

Les services d'efficacité énergétique consistent à analyser à l'aide de différentes mesures les consommations pour déterminer des axes d'amélioration. Les « consom'acteurs », mieux informés grâce à la mise à disposition de données fines et un accompagnement visant à mieux comprendre cette consommation, sont « en capacités » de mieux la maîtriser.

Ils peuvent également prendre la forme de systèmes de pilotage automatisés qui ajustent la consommation en temps réel au plus près des besoins. Par exemple, à l'échelle du bâtiment se développent des produits et services de « smart building », dans son volet énergie, ou même des « bâtiments à énergie positive » : ce dernier pouvant être une source de production d'énergie (panneaux photovoltaïques), les technologies numériques permettent alors de réguler automatiquement cette production en arbitrant entre autoconsommation, stockage ou réinjection sur le réseau. Cette capacité d'autorégulation intelligente s'applique tant aux bâtiments d'habitation qu'aux bureaux ou aux usines (« smart factory »).

Autre exemple, l'éclairage public « intelligent » : le croisement des technologies LED avec les techniques de pilotage de l'éclairage permet aux collectivités de réaliser des économies d'énergie importantes en adaptant automatiquement l'éclairage aux besoins (capteurs de présence...).

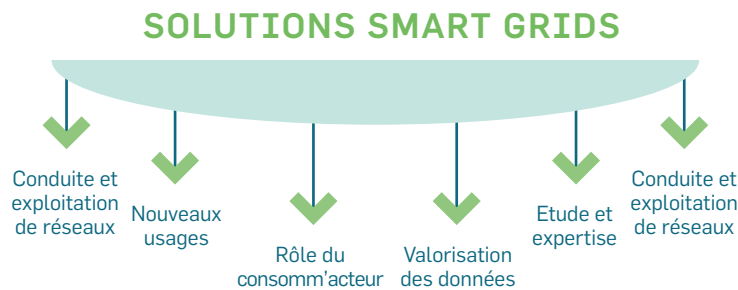
Les services de flexibilité énergétique facilitent la mise en place d'un mécanisme d'« effacement » permettant au consommateur d'ajuster sa consommation à la baisse lorsque le réseau est surchargé (pointe de consommation énergétique) avec une contrepartie financière. Cet ajustement peut se faire en temps réel ou en anticipation (en fonction des prévisions météorologiques par exemple). Plus les technologies se développent (Internet des Objets), plus ce mécanisme peut se faire de manière fine dans le temps et en fonction des usages²⁵. La flexibilité peut également être améliorée par des moyens de stockage, en accumulant l'énergie lors des périodes de surproduction et en la restituant lors des périodes de surconsommation. Les véhicules électriques peuvent par exemple constituer ce moyen de stockage grâce aux technologies de « vehicule-2-Grid » (V2G). Les technologies de pilotage de la charge, ou « charge intelligente » (« smart charging »), permettent également de lisser leur charge selon différentes contraintes (horaires, financières, emploi du temps) afin notamment d'éviter qu'elle ne vienne surcharger le réseau aux heures de pointe. Les « smart building » ou les « bâtiments à énergie positive » peuvent aussi être utilisés pour apporter de la flexibilité grâce aux technologies de pilotage, de production d'énergie et de stockage qu'ils comportent.

Les services de mix énergétique tendent à intégrer de nouvelles sources d'énergies, notamment des énergies renouvelables décentralisées (panneaux photovoltaïques, petites éoliennes, biogaz, géothermie...). Il est parfois plus pertinent de consommer localement cette énergie, au moyen de dispositifs de pilotage de la production et de la consommation qui les adaptent dans le temps, éventuellement grâce à des moyens de stockage de l'énergie excédentaire, ou en permettant d'échanger de l'énergie à une échelle de voisinage. Le développement de l'autoconsommation individuelle et collective (notamment par le biais de panneaux solaires) constitue un exemple de cette tendance, qui accentue la nécessité d'un pilotage local.

²⁴ Source : « Nouveaux modèles économiques urbains : le métier des opérateurs de l'énergie au défi de la performance énergétique locale », Institut de la Ville Durable, 2018.

²⁵ Ce mécanisme existe depuis longtemps sous une forme basique (tarifs heures pleines - heures creuses). Il s'est perfectionné et développé depuis la loi NOME de 2010, qui a créé un « mécanisme de capacité », dans lequel l'opérateur du réseau RTE lance des appels d'offres d'« effacement ».





Source : Association ThinkSmartgrids, 2019

5 | L'apparition de nouvelles activités et de nouveaux métiers

La nécessité d'un pilotage par la demande, l'introduction des technologies numériques, les nouveaux usages électriques, les énergies renouvelables décentralisées, l'ouverture à la concurrence dans la fourniture d'énergie, ces transformations à la source des « Smart grids » font évoluer les métiers des opérateurs actuels de l'énergie, mais également ceux d'autres secteurs périphériques (immobilier, bâtiment, déchets, transports), et suscitent l'entrée de nouveaux acteurs.

Comme l'indique le schéma 4 proposé par l'association « Think smart grid » elles peuvent être regroupées en 6 grands domaines :

- **Etude et expertise** : différents services d'audit, d'expertise ou de conseil pour le déploiement de projets Smart grids sous ses aspects techniques, économiques, juridiques, sociologiques.
- **Conduite et exploitation de réseaux** : ensemble des activités liées à l'intégration de technologies numériques et de stockage sur les réseaux de transport et de distribution d'énergie afin d'en améliorer l'exploitation, la maintenance, la sûreté et la flexibilité.
- **Nouveaux usages** : solutions intelligentes devant permettre de mieux intégrer aux réseaux les nouveaux usages de l'énergie : véhicule électrique, smart home (domotique), smart building, smart factory.
- **Intégration des énergies renouvelables** : solutions et outils numériques visant à mieux intégrer la dimension intermittente des énergies renouvelables dans les réseaux d'énergie.
- **Rôle du « consom'acteur »** : toutes les activités liées à l'accompagnement du « consom'acteur » dans son nouveau rôle (maîtrise de la demande, flexibilité, auto-consommation), en utilisant notamment les possibilités des compteurs intelligents.
- **Valorisation des données** : services et logiciels de traitement, d'analyse, de valorisation, de transmission et de protection des données énergétiques créées à différents points du système.

A ces métiers relativement classiques de conseil, de gestionnaire de réseau, ou d'exploitant de données, s'en ajoutent de nouveaux :

- **Agrégateurs** : ces acteurs se placent en interface entre les consommateurs d'énergie (particuliers ou entreprises) prêts à s'effacer, ou à réduire leur consommation contre rémunération, et les opérateurs de réseaux d'énergie qui lancent des appels d'offres d'effacement (« marchés de capacité »). Exemples : Energy Pool, Voltalis, Agregio.



- **Concepteurs de solutions de stockage et de « recharge intelligente »** : des entreprises conçoivent des systèmes de stockage permettant d'adapter dans le temps la recharge des batteries dans les bâtiments ou dans des véhicules électriques en fonction de divers facteurs ou contraintes. Exemple : Jedlix, Genaris Group, G2 mobility.
- **Gestion Technique et énergétique du Bâtiment (GTEB – GTB)** : ces sociétés conçoivent des systèmes propres au bâtiment qui permettent de mesurer, superviser et piloter les consommations énergétiques du bâtiment, y compris pour l'effacement. Exemple : Wit, BITB.
- **Plateformes de collecte et de gestion de données énergétiques pour le pilotage d'un parc immobilier** : Elles proposent des services d'analyse des consommations énergétiques d'un bâtiment ou d'un parc immobilier pour en tirer des axes d'amélioration. Elles conçoivent et exploitent des logiciels spécifiques. Exemple : Deepki, Effipilot, Openergy, iQSpot, Energisme.
- **Facilitateurs** : Ces sociétés forment, sensibilisent et accompagnent des habitants ou des salariés à la maîtrise de la demande et à l'utilisation des systèmes de gestion intelligente de l'énergie. Elles conçoivent parfois leurs logiciels. Exemple : E-Green, Eclipse, E3D.
- **Conseil et aide à la mise en place de systèmes supervision des consommations** : le but est d'accompagner des bailleurs ou des syndicats dans la mise en place de compteurs intelligents, de systèmes de télé relève, de systèmes de collecte des données et de pilotage, tableaux de bord. Exemple : Ocea smart building.
- **Opérateurs de performance énergétique locale** : il s'agit d'un nouveau métier, un « intermédiaire » qui rend un service à un niveau local, par exemple à l'échelle d'un immeuble ou d'un quartier, visant à faciliter les mutualisations énergétiques entre les différents acteurs/usagers du territoire. Son rôle, son champ d'action n'est pas encore bien défini²⁶. Exemple : Embix.

Ces nouveaux métiers font appel à des compétences hétérogènes : électrotechnique, électronique, télécommunications, informatique, énergétique, bâtiment, sociologie/psychologie, juridique, etc. Dans la mise en œuvre de projets ou de systèmes de Smart grids, ces diverses compétences doivent non seulement collaborer, mais également constituer des équipes projets car elles sont souvent situées dans des organisations différentes.

En outre, de nombreux secteurs sont concernés : industriels qui fournissent de l'énergie ou des équipements électriques, BTP, intermédiaires et négociants sur les marchés de l'énergie, activités de conseil et d'expertise, opérateurs de services...

Ainsi, la reconfiguration de la chaîne de production de l'électricité par l'introduction des technologies numériques en aval fait émerger, avec ces activités et métiers nouveaux, une offre « Smart grids » multisectorielle, fragmentée, transversale et hétérogène.

La taille et les perspectives d'évolution du marché auquel s'adresse cette nouvelle offre sont difficiles à estimer ou évaluer, en raison de sa relative nouveauté, mais également d'incertitudes sur l'évolution de ses facteurs économiques (exemple : rythme de développement du véhicule électrique), et enfin des décisions publiques : prix de l'électricité, tarifs de rachat des énergies renouvelables, mode de calcul des tarifs régulés d'accès au réseau, choix du mix énergétique, réglementation thermique, etc.

²⁶ Source : « Nouveaux modèles économiques urbains : le métier des opérateurs de l'énergie au défi de la performance énergétique locale », Institut de la Ville Durable, 2018.



Les diverses études et estimations existantes, dont les résultats sont très variables, illustrent cette difficulté (cf. encart). Cependant, elles confirment l'existence d'un marché potentiel relativement important, et donc de perspectives de business pour les entreprises.

LE MARCHÉ DES SMART-GRIDS

Les études et estimations du marché français des Smart grids ne sont pas comparables, car les périmètres pris en compte diffèrent. Il en existe trois principales :

- Etude Xerfi 2015 : marché estimé à **450 millions € en 2015**, puis à **1,5 milliards € en 2018**, sous l'effet d'une forte progression liée au déploiement des compteurs intelligents Linky et Gaspar et à d'importants investissements d'adaptation des réseaux, avant de redescendre à **1,2 milliards € en 2021** sous l'effet de la baisse des investissements des gestionnaires de réseaux.
Périmètre : électricité, gaz et eau.
- Etude RTE 2017 : coûts d'investissements et d'exploitation dans les solutions de Smart grids de **400 millions € par an** pour atteindre un mix énergétique intégrant une part importante d'énergies renouvelables (« Scénario nouveau mix énergétique 2030 » : 50 % de part du nucléaire, 40 % d'énergies renouvelables). Périmètre : électricité
- Estimation Nouvelle France industrielle, filière REI – ThinkSmartGrids 2015 & 2020 : **3 milliards € en 2015, 6 milliards € en 2020** (soit 0,2 % du PIB de 2018). Périmètre : électricité, France + part de marché à l'export des entreprises françaises

Pour l'Île-de-France, une approche du marché potentiel repose sur l'évaluation des moyens à mettre en œuvre pour atteindre les objectifs de sobriété énergétique et de production locale d'énergie renouvelables proposés par la région. Un exercice de prospective nommé « Les ambitions de Transition énergétique de la Région Île-de-France : Visions multi-énergies » et mené conjointement par l'Institut Paris Région, l'Ademe, GRDF, ENEDIS, RTE et GRTgaz, a permis de déterminer que l'économie de -17 % entre 2015 et 2030 sur la consommation d'énergie finale en Île-de-France reposait sur un scénario « ambitieux » nécessitant la rénovation thermique de 125.000 logements et 6 millions de m² de bureaux par an. Or, le rythme de rénovation actuel en Île-de-France est d'environ 40.000 à 45.000 logements²⁶ et 1 millions de m² de surfaces de bureaux²⁷ par an. Pour y parvenir, il faudrait donc multiplier par 3 le rythme de rénovation des logements et par 6 celui des bureaux, ce qui semble peu réaliste, surtout compte tenu du niveau élevé de tension sur la main d'œuvre que connaît actuellement le secteur du BTP francilien²⁸.

²⁶ Source : SRCAE Île-de-France, p. 117.

²⁷ Source : Bilan des agréments 2018, DRIEA Île-de-France. Le chiffre de 1 million de m² correspond à celui des agréments pour des opérations de « réinvestissements » de bureaux, qui supposent une rénovation thermique compte tenu de la réglementation. Ces opérations comptent pour 31 % des agréments en 2018.

²⁸ Ce niveau de tension est la conséquence du nombre important de chantiers en cours : chantiers du Grand Paris Express, augmentation du rythme de construction de logements neufs de 70 000/an à 90 000/an, et augmentation du rythme de la construction d'immobilier d'entreprises (bureaux et entrepôts) ces dernières années (augmentation de 50 % du rythme de construction des bureaux dans le Grand Paris entre 2016 et 2018, atteignant un niveau historique de 2 millions de m² en cours de construction – étude Grand Paris Office Crane survey pour Deloitte 2018).



En outre, la construction neuve n'atteint pas toujours les performances énergétiques affichées au départ. En témoigne le projet « CoRDEES » de la ville de Paris sur l'éco-quartier Clichy Batignolles, qui a permis d'évaluer et de comparer les performances énergétiques réelles du nouveau quartier par rapport à celles annoncées. Dans le retour d'expérience qui a été récemment rendu public, il est indiqué que le quartier a atteint une consommation d'énergie pour le chauffage de 49 kWh/m²/an alors que l'objectif était fixé à 15, et une couverture en énergie renouvelable (réseau de chaleur/géothermie) de 76 % pour un objectif de 85 %. Ce décalage s'explique par « des choix de conception et les comportements d'exploitation et d'usage des différentes parties prenantes ». Les autres conclusions du retour d'expérience montrent que les approches « Smart grids », telles que celles mises en œuvre dans le cadre de CoRDEES (Gouvernance énergétique de quartier autour d'une plateforme de données, modification des comportements), sont incontournables pour atteindre à moyen terme les objectifs annoncés.

En ce qui concerne les objectifs du conseil régional en termes de production locale d'énergies renouvelables, le document « Visions multi-énergies » conclut que l'objectif de doublement de la production d'EnR d'ici 2030 suppose la réalisation d'un scénario dit « offensif », nécessitant l'installation de : 250 méthaniseurs, 60 km² de panneaux photovoltaïques, 200 éoliennes, 25 sites de gazéification, 50 chaufferies biomasse de taille industrielle et 20 forages géothermiques profonds. Cet objectif s'appréciant par rapport à une année de référence en 2015, l'écart entre la situation de départ et l'objectif à atteindre semble important. En effet, concernant par exemple le solaire photovoltaïque, cela représente une multiplication par 60 du potentiel de production de 2015²⁹!! De même, pour la méthanisation, une multiplication par 10 du nombre d'installations en fonctionnement en 2018 serait nécessaire³⁰!! Enfin, pour les éoliennes, cela représente une multiplication par 7 du nombre de mats³¹!!

L'initiative « Visions multi-énergies » 2030 mentionne également les Smart grids en tant que « levier essentiel de la transition énergétique ». Cependant aucun objectif chiffré, ni moyens à mettre en œuvre, n'est proposé.

Les objectifs affichés par le conseil régional à l'horizon 2030 semblent donc difficilement atteignables eu égard à ce qu'est l'écosystème francilien.

L'ensemble de ces constats et la volonté d'atteindre les objectifs régionaux fixés doivent d'autant plus inciter les collectivités locales franciliennes, et le Conseil Régional en particulier, à mettre en œuvre une politique très volontariste de développement des Smart grids.

²⁹ Soit un passage de 0.15 TWh/an en 2015 à 6 TWh/an en 2030. Source : « Stratégie Energie Climat de la région Île-de-France », juillet 2018, p. 12.

³⁰ Le nombre d'installations de méthanisation en Île-de-France était de 23 en 2018. Le biogaz créé par méthanisation peut ensuite être utilisé pour générer de l'électricité (procédé de « cogénération »). Source : « Les enjeux de la filière Méthanisation en Île-de-France, Institut Paris Region, Note rapide n°800, janvier 2019.

³¹ Le territoire régional accueillait seulement 30 mats en 2018. Source : « Stratégie Energie Climat de la région Île-de-France », juillet 2018, p. 15.



CHAPITRE 2

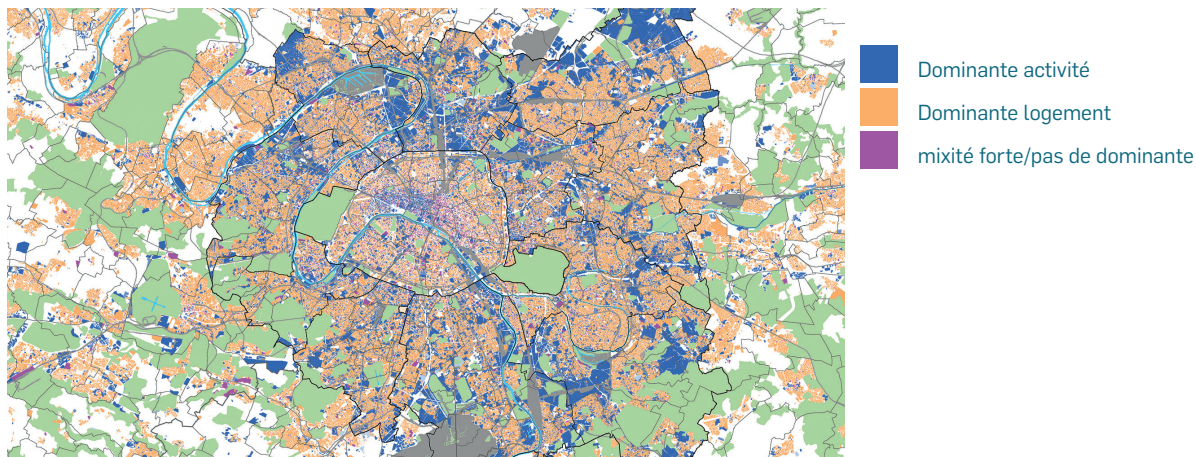
Smart grids et développement économique en Île-de-France : un potentiel fort mais sous-exploité par les politiques publiques

L'Île de France offre un potentiel élevé en matière de développement des Smart grids. Cependant, elle fait preuve d'une vitalité assez relative. Les entreprises se confrontant à un certain nombre d'obstacles, une action plus volontariste des pouvoirs publics franciliens permettrait de mieux accompagner ce marché en levant ses freins, créant ainsi les conditions d'une réelle dynamique du secteur.

La région Île-de-France bénéficie d'un tissu dense d'entreprises dans le domaine des TIC : en 2013, l'« économie numérique » francilienne comptait environ 130.000 établissements et 500.000 salariés, soit la moitié des emplois nationaux²⁷. Cette situation offre en principe un terreau fertile pour l'émergence et le développement d'entreprises innovantes, Start-Ups ou PME²⁸. Cependant, les PME des Smart grids restent relativement peu nombreuses en Île-de-France : une étude réalisée par la CCI de Paris Île-de-France et la CCI Essonne en 2016 a recensé 200 PME franciliennes proposant des solutions qui concourent à la transition énergétique, dont environ 60 proposaient des solutions relevant des Smart grids²⁹. Ces PME représenteraient donc seulement 0,04 % des entreprises de l'« économie numérique » en Île-de-France.

En plus d'offrir un tissu économique en principe propice à l'émergence de PME innovantes, l'Île-de-France offre également un territoire favorable à l'émergence de projets d'expérimentation dans les Smart grids. En effet, sa densité élevée en population, emplois et entreprises en font un champ d'expérimentation idéal pour tester et déployer des solutions innovantes. La région représente 18 % de la population française, 30 % de son PIB et 15 % de sa consommation finale d'électricité³⁰. Cette densité se double d'une forte mixité fonctionnelle qui multiplie les possibilités de mutualisation d'énergie, au sein et entre ces différentes fonctions à l'échelle d'un quartier ou d'une ville (cf. carte 1).

► Carte 1 : Mixité Activité/Logement dans l'agglomération parisienne



Source : APUR, mai 2019

²⁷ « Économie numérique : 80 % des établissements franciliens concentrés en cœur d'agglomération », Insee analyses Île-de-France n°30, mars 2016.

²⁸ « Etude sur les filières vertes de l'énergie en Île-de-France pour soutenir le développement et la compétitivité des entreprises de ces filières », Erdyn et AD Conseil pour la DRIEE IdF, fév. 2012, page 153.

²⁹ « Première analyse collective du dynamisme des PME franciliennes dans le domaine de la transition énergétique », CCI Paris Île-de-France et CCI Essonne, octobre 2016.

³⁰ Source : bilan électrique 2016 Île-de-France, RTE + site internet Eco2mix.



Par exemple, un quartier doté d'une forte mixité fonctionnelle (habitat, activité, commerces...) présente un profil de consommation énergétique, une « courbe de charge » potentiellement plus homogène au cours de la journée, ce qui facilite l'intégration des énergies renouvelables intermittentes et multiplie les possibilités d'échanges d'énergies à cette échelle. Ainsi, l'énergie solaire produite sur les toits des habitations pendant la journée, au lieu d'être « perdue », peut être consommée directement par les fonctions d'activité comme les bureaux ou les commerces.

Cependant, la Commission de Régulation de l'énergie (CRE) recense seulement 14 projets de Smart grids en Île-de-France, ce qui, rapporté à sa population (12 millions d'habitants), la place au 6^{ème} rang des régions de France métropolitaine en matière de densité de projets Smart grids, soit 0,22 projets pour 200.000 habitants (cf. graphique 6)³¹.

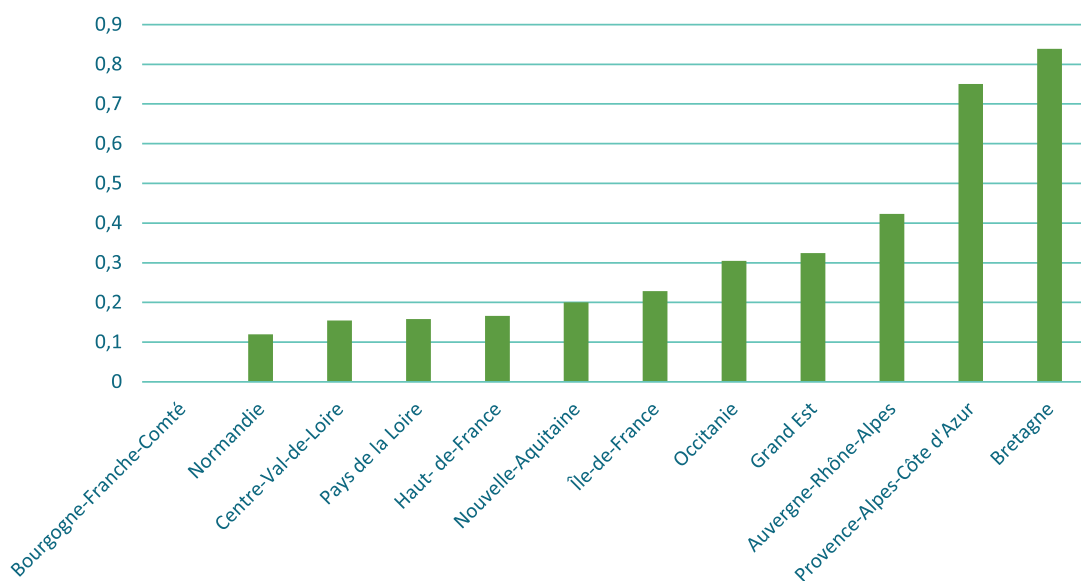
La relative faiblesse de la région en matière d'entreprises innovantes et de projets d'expérimentation dans le domaine des Smart grids s'explique de deux manières :

- 1 • Un éco-système régional des smart grids pas assez structuré et coordonné
- 2 • Un manque de visibilité pour les entreprises sur les projets et orientations des territoires

Dans le premier cas, nous sommes en présence d'une offre locale de solutions de Smart grids qui manque de lisibilité, dans le second cas, il s'agit d'une demande locale en matière de solutions de Smart grids qui manque de vigueur.

Dans les deux cas, il s'agit de structurer et de stimuler le marché en « poussant » à la fois l'offre et la demande.

➤ Graphique 6 : Nombre de projets smart grids pour 200 000 habitants, par région de France métropolitaine



Source : Insee 2019, CRE, retraitements CCI Paris IDF



1 | Un éco-système francilien des Smart grids à structurer

Le domaine des Smart grids génère un besoin fort d'innovation et d'expérimentation. Il comporte des défis sur plusieurs aspects : faisabilité technique, viabilité économique et contractuelle, et acceptabilité sociale. Aujourd'hui, ce besoin est surtout centré sur les usages, l'« expérience utilisateur » et l'acceptabilité sociale. Les composantes sociologique, psychologique ou économique des innovations (ergonomie des interfaces, appropriation par les usagers, nouveaux modèles économiques de services) apparaissent comme fondamentales pour nombre de personnes auditionnées.

Pour développer les Smart grids sur un territoire, il est donc nécessaire de stimuler l'innovation et l'expérimentation. Il existe néanmoins plusieurs obstacles à la constitution d'un éco-système dynamique :

- Un manque d'accompagnement des projets d'expérimentation et des difficultés d'accès aux lieux d'expérimentation et de démonstration
- Des difficultés d'accès aux données utiles pour l'innovation
- Une expertise éclatée au sein de divers organismes de recherche et d'innovation
- Un manque de coordination des acteurs et des projets à l'échelle régionale

1.1 | Un manque d'accompagnement des projets d'expérimentation et des difficultés d'accès aux lieux d'expérimentation et de démonstration

Au-delà des tests en laboratoires, les entreprises qui développent des solutions dans le domaine des Smart grids ont besoin de les tester et de les confronter leurs solutions en « situation » ou en « grandeur » réelle, afin de vérifier qu'elles fonctionnent dans tous les cas de figure³². Outre le volet technique, cela permet notamment de tester les volets économiques, sociologiques ou contractuels de ces solutions, difficiles à reproduire en laboratoire³³. Or, les entreprises³⁴ sont confrontées à un manque d'accompagnement pour leurs projets d'expérimentation, dont la mise en œuvre peut se révéler complexe. De plus, elles butent souvent sur la difficulté d'obtenir les autorisations nécessaires pour expérimenter leurs solutions dans des lieux de vie, sur la voie publique par exemple. Des facilités sont offertes dans le cas des projets de démonstration et d'expérimentation de Smart grids (exemple des DIVD³⁵), mais ceux-ci sont limités dans le temps et seules les entreprises membres des consortiums constitués y ont accès. Une fois la solution éprouvée, il est impératif de montrer aux clients potentiels que la solution fonctionne en situation réelle, afin de mieux les convaincre, car ceux-ci ont souvent du mal à se représenter le fonctionnement d'une innovation qui sort des schémas classiques, voire à prendre au sérieux les entreprises qui les promeuvent. Enfin, les entreprises peuvent souffrir d'un manque d'accompagnement pour leurs projets d'expérimentation « en situation réelle », dont la mise en œuvre peut se révéler complexe.

LIVING LAB « DOLL », COPENHAGUE

- Créé à l'initiative de l'université technique du Danemark.
- 12 km de rues sur 160 hectares.
- 50 entreprises exposent leur matériel.
- 80 solutions d'éclairage intelligent.
- Extension à d'autres domaines de la Smart city.
- Présence d'un « Visitor center » permettant d'organiser les visites du site.



Localisation des solutions d'éclairage intelligent sur la zone d'activité de démonstration

³² Source : auditions.

³³ Cette dimension est plus connue sous le nom d' « expérience utilisateur », ou de « cas d'usage ».

³⁴ Source : auditions.

³⁵ « Démonstrateur Industriels de la Ville Durable ».



Deux expériences semblent avoir répondu à ce besoin d'expérimentation et de démonstration :

- L'IMREDD à Nice
- DOLL à Copenhague (Danemark)

Créé par Université Côte d'Azur en partenariat avec la Métropole Nice Côte d'Azur, l'Institut Méditerranéen du Risque, de l'Environnement et du Développement Durable (IMREDD), est un lieu d'innovation dans le domaine du développement durable et de la smart city. L'un des domaines stratégiques d'intervention de l'Institut est l'énergie et les Smart grids. Il accueille notamment une plateforme technologique d'expérimentation en taille réelle, et disposera bientôt d'un nouveau bâtiment entièrement instrumenté (équipé de capteurs) pour l'expérimentation et la démonstration de solutions énergétiques et de Smart grids : moyens d'(auto)production (photovoltaïque), de stockage (batteries, volant d'inertie, véhicule électrique V2G), de consommation (objets connectés), de mobilité électrique.

Créé par l'Université Technique du Danemark et « Gate 21 », le laboratoire à ciel ouvert « DOLL » est un précurseur des plateformes permanentes de démonstration de solutions techniques à échelle réelle : il s'agit d'une zone d'activité réelle initialement utilisée pour l'expérimentation et la démonstration de solutions d'éclairage intelligent, puis étendue à d'autres domaines de la « Smart City » ; elle accueille les équipements d'entreprises de toutes tailles, que l'on peut voir en fonctionnement.

Comme l'IMREDD, DOLL a été initié par un acteur de la recherche et de l'enseignement ; c'est un gage de pérennité, de neutralité et d'ouverture à tous, les trois éléments clés qui ont fait le succès de ces deux plateformes d'expérimentation et démonstration pour les entreprises.

L'IMREDD À NICE, C'EST :

- Une plateforme technologique collaborative « Smart City Innovation Center » de 1 200 m² avec équipements spécifiques pour l'expérimentation en taille réelle.
- Un Learning center, lieu d'échange, de conférence et de travail en équipe.
- Un futur bâtiment de 7 000 m² à haute performance énergétique pour test et démonstration de technologies dans les domaines d'activité stratégiques de l'Institut : Environnement, Risques, Énergie, Mobilité.
- Un showroom, espace d'exposition et de démonstration de la ville durable et interconnectée permettant de visualiser les données sur la ville.
- Un Maker space, plateau technique de fabrication et d'innovation.
- 480 étudiants répartis en une dizaine de formations.
- 180 chercheurs contributeurs aux actions de R&D avec les entreprises, membres d'une douzaine de laboratoires de recherche.
- 32 entreprises et 8 start-ups partenaires.
- 4 associations, 12 institutions, 3 pôles de compétitivité et 11 partenaires académiques.
- 3 projets européens, 2 projets PIA et 15 projets collaboratifs lancés, dont 6 sur les Smart grids.



Atelier BARANI / RST Studio



Il existe une plateforme en Île-de-France qui semble réunir ces qualités : « Sense-city », gérée par l'IFSTTAR sur la Cité Descartes à Champs-sur-Marne. Il s'agit d'une plateforme technologique *permanente* conçue pour réaliser des expérimentations de solutions techniques de manière répétée dans le domaine de la Smart city ; *il n'est donc pas nécessaire d'obtenir des autorisations*. Cette plateforme est également un démonstrateur puisqu'elle est utilisée pour montrer une solution technique en fonctionnement réel. Certaines entreprises créées par des chercheurs de l'IFSTTAR, l'institut de recherche qui gère cette plateforme, ont bénéficié de l'effet de visibilité sur leurs innovations produit par ce « démonstrateur » pour gagner en notoriété, obtenir des financements et trouver des clients³⁶. Même si ce dispositif n'était pas originellement orienté énergie, il dispose depuis peu d'équipements de production d'énergie (panneaux solaires, éolienne, géothermie) et des capteurs thermiques pour commencer à travailler sur les Smart grids. Par ailleurs, cette plateforme n'a pas encore véritablement opéré sa transformation en direction des utilisateurs.

RECOMMANDATION

Soutien par la région et la métropole, au sein des établissements de recherche et en direction des entreprises, du développement des plateformes franciliennes permanentes. Cette infrastructure doit permettre la réalisation de tests et de démonstrations « grandeur nature », et proposer un accompagnement des projets d'expérimentation.

1.2 | Des difficultés d'accès aux données utiles pour l'expérimentation

Pour développer et expérimenter leurs solutions, produits et services, les entreprises ont besoin de données sur les comportements et les usages fiables, réelles et fines sur l'énergie. Or, celles-ci ne sont souvent pas disponibles, peu fiables ou à un niveau insuffisamment fin sur le plan spatial ou temporel³⁷. Les plateformes d'open data ne fournissent généralement pas d'information sur l'énergie, et lorsqu'elles le font, c'est uniquement à un niveau agrégé : à la commune, à l'année ou au secteur, et avec un décalage temporel, ce qui ne correspond pas aux besoins des entreprises pour expérimenter leur solutions. Le déploiement des compteurs Linky, sous le contrôle de la Commission de régulation de l'énergie (CRE), permet notamment de rendre disponibles un certain nombre de données. Bien entendu, la mise à disposition de ces données peut se heurter à des principes de respect de la vie privée, de sécurité ou de confidentialité (exemple de la propriété intellectuelle). C'est notamment le cas des entreprises industrielles réticentes à la transmission de leurs données à un cabinet d'audit énergétique, ces données ayant une valeur pour leurs concurrents.

Pourtant, il existe des moyens pour lever ces contraintes liées à l'éthique, la sécurité ou la propriété intellectuelle : anonymisation des données, agrégation minimale, accords de confidentialité... Plusieurs villes du monde ont mis en place des dispositifs en ce sens, telles que San Francisco³⁸ ou Sidney³⁹. Ces diverses méthodes ont été récemment rassemblées dans un guide réalisé par la fondation britannique Nesta pour la commission européenne⁴⁰.

³⁶ La Start-up Altroad qui a développé un système de « route intelligente ».

³⁷ Cf. notion de « pas de temps ».

³⁸ « Open data release Toolkit », ou « guide de libération des données ouvertes ».

³⁹ Technique mathématique d'anonymisation des données "Differential Privacy".

⁴⁰ "Reclaiming the smart city - Personal data, trust and the new commons", juillet 2018, fondation Nesta – projet DECODE, Union européenne Projet horizon 2020.



PLATEFORME EXPÉRIMENTALE SENSE-CITY

- Sense-city est constituée d'une chambre climatique pouvant recouvrir deux espaces de 400m². Sur chacun de ces espaces, une portion de territoire est construite, appelée Mini-Ville, et équipée de multitude de capteurs.
- Cette plateforme permet de reproduire de manière contrôlée des conditions climatiques afin d'étudier les comportements des systèmes de capteurs, de matériaux ou d'aménagements.
- 7 partenaires académiques (IFSTTAR, ESIEE, UPEM, Polytechnique, CSTB, INRIA, UPEC).
- Financement EQUIPEX du PIA (9 millions €).
- Inauguration du démonstrateur en 2015 et de la chambre climatique en 2018.
- La plateforme est progressivement ouverte à des partenaires extérieurs (grandes entreprises, PME, start-ups, laboratoires).



RAPPORT DE LA FONDATION NESTA SUR LES POLITIQUES D'INNOVATION RESPONSABLE À PARTIR DES DONNÉES

- Réalisé dans le cadre du projet européen DECODE (Horizon 2020).
- 5 rôles à adopter par les collectivités : « Leader », « Gardien », « Catalyseur », « Fournisseur » et « Connecteur ».
- 8 études de cas de villes du monde qui ont mis en place des politiques dans ce domaine.
- 8 recommandations à destination des villes.

Outre les freins, créer ces données, ou les structurer, peut nécessiter un effort de la part d'une collectivité. Il faut réaliser des recensements, compiler les résultats, créer des bases de données, concevoir des systèmes d'information et prévoir leur maintenance dans la durée. Il est parfois même nécessaire d'investir dans la mise en place de capteurs pour générer des données et les relier à ces systèmes d'information. Toutes ces opérations ont un coût qu'il est souvent compliqué de mettre en rapport avec un retour sur investissement. Parfois, les services qui gèrent ces données ou sont à même de les fournir ne comprenant pas toujours l'usage innovant et le bénéfice qui peut en être tiré. Les entreprises⁴¹ qui proposent des services ou des systèmes de gestion intelligente de l'énergie pour les collectivités locales sont régulièrement confrontés à un manque de connaissance de leur interlocuteur public concernant son propre patrimoine, voire une incapacité à fournir les données sur lesquelles elles s'étaient engagées au départ, générant coûts et délais supplémentaires pour fournir le service.

Pourtant, les efforts des collectivités en ce sens peuvent avoir en retour un effet bénéfique sur le long terme en générant des économies, ou des nouveaux services aux habitants. Ce sont ces types de bénéfices qu'ont obtenu les villes de Dijon et Sète en déployant la plateforme MUSE de l'entreprise Citégestion. L'effort fourni par ces villes pour créer de la donnée à partir de leur patrimoine, en partenariat avec une entreprise, leur permet de prendre conscience de la question énergétique, d'améliorer leur connaissance de leurs consommations et de chiffrer les économies réalisées. Autre exemple, le programme « Datacity », fruit d'un partenariat entre la ville de Paris et l'accélérateur « NUMA », permet à la collectivité d'obtenir des réponses à ses questionnements, ou même une solution déployable à l'échelle et répondant à son objectif de politique publique. Les entreprises partenaires, à la fois grandes entreprises et startups, ont pu expérimenter leur solution et prouver leur faisabilité en disposant d'une référence pour leurs prochains contrats, voire à contractualiser avec la collectivité à long terme.



Certaines collectivités le font déjà et vont au-delà de leur patrimoine propre et de leur intérêt direct, en recueillant des données énergétiques sur la ville pour les mettre directement à disposition des entreprises et des parties prenantes. La plateforme mise en place par la Métropole de Nice et l'IMREDD, le « smart city open simulation zone », comprend un plateau technique d'affichage en temps réel des données basées dans le datacenter de la métropole, dont des données énergétiques. Ces données réelles, issues de capteurs disséminés dans la ville, sont mises à disposition des projets locaux innovants portés par des entreprises, des chercheurs et des étudiants.

RECOMMANDATION

Pour libérer les données énergétiques utiles pour l'innovation, promouvoir via la « Smart Plateforme » de la région les principes et méthodes d'innovation responsables à partir des données sensibles au sein des collectivités locales et pouvoirs publics franciliens (ex. : extraits du Guide de la fondation Nesta) :

- Etablir des principes clairs concernant la vie privée et l'usage responsable des données.
- Codifier des procédures simples pour repérer les risques de « ré-identification » dans les jeux de données.
- Utiliser des normes éthiques sur le plan digital pour promouvoir des achats innovants responsables.
- Expérimenter des techniques de pointe en matière de minimisation et d'anonymisation des données (ex. : méthode mathématique dite de « Differential privacy »).

En outre, les collectivités locales franciliennes doivent mettre en place une politique de collecte et de gestion des données énergétiques qui leurs sont propres, afin de faciliter la mise en œuvre de partenariats avec des entreprises innovantes en lien avec leurs objectifs de politique publique.

Il importe également de mettre en place sur le territoire des plateformes de création de données fines et réelles sur les consommations énergétiques. Investir si nécessaire dans des matériels (capteurs, objets connectés) et les mettre à disposition des entreprises innovantes et des laboratoires du territoire, tout en garantissant l'anonymat et la sécurité.

PLATEFORME MUSE DE CITEGESTION POUR LE PILOTAGE ET LA GESTION DE L'ESPACE URBAIN

- Pilotage, supervision et maintenance du patrimoine urbain, notamment à travers l'éclairage intelligent, par les données.
- Economies de maintenance et d'énergie réalisées (-40 % à Sète).
- Travail collaboratif entre la ville et la société pour recenser le patrimoine et créer des données en instrumentant le mobilier urbain.

PROGRAMME « DATACITY »

- Co-organisé par NUMA, entreprise experte de la transformation digitale des organisations, et la ville de Paris
- Résolution de « défis » posés par la ville de Paris en matière politique publique
- Travail collaboratif de 9 mois entre la Ville, les grandes entreprises et les startups
- Collecte et mise à disposition de données réelles par la ville de Paris spécialement pour les défis
- Les défis touchent à de très nombreux enjeux de la Ville, dont l'énergie (ex. : Défi « Mieux consommer l'énergie renouvelable »)



1.3 | L'innovation dans les Smart Grids en Île-de-France : une expertise importante mais éclatée au sein de divers organismes

L'Île-de-France accueille de multiples expertises dans le domaine des Smart Grids, expertises disséminées au sein de divers organismes : les instituts de transition énergétiques franciliens (ITE), Efficacity (efficacité énergétique et ville durable), Vedecom (véhicule décarboné et connecté), IPVF (Institut photovoltaïque d'Île-de-France), ainsi que des pôles de compétitivité : Systematic, Cap digital et Moveo. Au sein de ces organisations se développe une expertise sur une des « briques » des Smart Grids. Ainsi Moveo et Vedecom développent une thématique sur le véhicule électrique et interviennent sur les systèmes de recharge intelligente. Systematic, pôle spécialisé sur les Technologies de l'Information et de la Communication, compte un groupe thématique « Gestion intelligente de l'énergie ». Cap Digital, pôle spécialisé sur le numérique, comprend un thème ville durable et transition écologique et soutien des projets en lien avec des logiciels d'analyse des consommations énergétiques. Efficacity, Institut de Transition énergétique consacré à la transition énergétique des villes, inclut une thématique sur les quartiers à haute performance énergétique et les micro-grids. Enfin, l'Institut de recherche Technologique (IRT) SystemX développe des projets dans tous les aspects des Smart Grids.

Ces structures comptent parmi leurs membres un nombre important d'organismes de recherche franciliens compétents dans les Smart Grids : le CEA List, l'école Polytechnique, le CSTB, l'INRIA, Mines ParisTech, l'ESIEE, l'IFSTTAR, l'école des Ponts ParisTech, les universités, etc...

En outre, la région Île-de-France accueille la plupart des acteurs majeurs des Smart Grids⁴² du secteur privé, via la présence de centres de décision et/ou de R&D de grands groupes qui développent des innovations dans le domaine des Smart Grids, souvent à travers des filiales dédiées, et qui sont issus de divers secteurs d'activité :

- Le bâtiment : Vinci énergies, Bouygues énergies, Eiffage énergies.
- La promotion immobilière : Icade, Ogic.
- L'énergie : EDF, RTE, ENEDIS, GRDF, ENGIE, Poweo...
- Les équipements électriques : ABB, Schneider Electric, Siemens, General Electric...
- Les TIC et les services numériques : Atos, IBM.

Face à cette dispersion des expertises, des compétences, des capacités d'innovation et d'expérimentation franciliennes, il n'existe pas de lieu où organiser leur rencontre. Pourtant, la complexité des enjeux d'innovation, qui sont de fait pluridisciplinaires (numérique, sciences des données, télécoms, énergie, construction, urbanisme, sociologie, droit, économie...), multiénergies (électricité, chaleur, gaz, biomasse...) et multithématiques (véhicules électriques, solaire, éolien, réseaux) nécessiterait de créer la possibilité de les rassembler. Une telle initiative faciliterait la confrontation d'idées et d'expériences. En outre, l'adjonction d'un incubateur thématique à ce lieu permettrait d'accroître sa dimension entrepreneuriale.

L'IMREDD, Institut d'Innovation et de Partenariats, évoqué plus haut, présente cette fonction de lieu de rencontre, d'échange et de coopération en matière d'innovation dans le domaine des Smart grids. Il est ouvert à tous, associant à la fois le monde académique, les entreprises (Start-ups, PME) et le territoire. La plateforme technologique « Smart City Innovation Center » fait office de catalyseur à ces échanges.

En Ile-de France, plusieurs lieux pourraient accueillir un tel pôle :

- Le plateau de Saclay, qui accueille les pôles de compétitivité Systematic, ainsi que l'ITE Vedecom et l'IRT SystemX.
- La cité Descartes à Champs-sur-Marne, qui accueille déjà l'ITE Efficacity et les organismes de recherche associés (ESIEE, IFSTTAR, CSTB...).

Ce dernier lieu semble le plus adapté car il accueille déjà une plateforme technologique (« Sense-city »).

⁴² « Etude sur les filières vertes de l'énergie en Île-de-France pour soutenir le développement et la compétitivité des entreprises de ces filières », Erdyn et AD Conseil pour la DRIEE IdF, fév. 2012, page 152.



RECOMMANDATION

Créer un pôle d'innovation et d'expérimentation régional multithématique et pluridisciplinaire sur les technologies des Smart Grids, en s'appuyant sur les organismes et institutions existants (territoires, CCIR, associations, pôles de compétitivité, ITE, instituts de recherche, universités). L'objectif serait de mettre l'accent sur l'innovation autour des usages et l'expérience utilisateur, en incluant un lieu physique d'échanges informels et un incubateur. Ce pôle doit être ouvert et associer toutes les parties prenantes (start-ups, entrepreneurs, pme, étudiants...).

1.4 | Un manque de coordination des acteurs et des projets à l'échelle régionale

L'« éclatement » des expertises régionales en matière d'innovation dans les Smart Grids se double d'un « éparpillement » des acteurs franciliens des Smart grids. A la différence d'autres régions françaises, il n'existe pas en Île-de-France d'instance régionale d'échange, de coordination et de mise en relation des acteurs (privés et publics) et des projets locaux en matière de Smart Grids. Cette coordination est une condition du développement du marché régional des Smart Grids, encore émergent, comme en témoignent les initiatives du projet lancé par l'Ademe en 2015 pour le déploiement de Smart grid à grande échelle :

- Région Bretagne – Pays de la Loire avec le projet « Smile ».
- Région Sud – Provence Alpes Côte d'Azur avec le projet « Flexgrid ».
- Région Hauts-de-France avec le projet « You&Grid ».

Cela consiste notamment à créer une échelle de fédération, de coordination, d'échange et de mise en relation des différents protagonistes et projets locaux de Smart grids. Ils incluent également la mise en place d'actions d'accompagnement des porteurs de projet de Smart grids, qu'elles soient collectivités locales ou entreprises. La mise en place de lieux physique d'échanges, incluant des Showrooms ou des plateformes d'expérimentation et de démonstration était une dimension importante.

Le conseil régional d'Île-de-France a décidé de s'emparer du sujet, puisque la Stratégie Energie Climat récemment adoptée en juillet 2018 par le conseil régional annonce la création d'un Club Smart grids piloté par l'Institut Paris Région (IAU) visant à « contribuer à l'émergence d'un socle technique stabilisé, fiabilisé et optimisé qui pourra être industrialisé et généralisé ». Il y est également question de la réalisation d'un « schéma d'aménagement des réseaux électriques ». Cependant, les réunions de ce Club Smart Grids régional, qui ont débuté, n'associent pas pour l'instant les acteurs de l'offre, mais uniquement ceux de la demande : collectivités locales, syndicats d'énergie⁴³.

Il n'existe donc pas, à l'échelle de l'Île-de-France, d'organisation, de structure qui fédère et permette aux acteurs de l'offre en matière de Smart Grids, c'est-à-dire les entreprises, d'échanger. Ce constat peut même s'étendre à l'énergie au sens large, puisque l'Île-de-France n'accueille pas, à la différence de plusieurs régions françaises des réseaux d'entreprises ou des pôles de compétitivité dédiés à l'énergie : Tenerrdis (Rhône-Alpes), Cap Energie (Sud – PACA), Polénergie (Hauts-de-France)⁴⁴.



⁴³ Source : audition.

⁴⁴ « Etude sur les filières vertes de l'énergie en Île-de-France pour soutenir le développement et la compétitivité des entreprises de ces filières », Erdyn et AD Conseil pour la DRIEE IdF, fév. 2012, page 153.

Comme évoqué plus haut (chapitre 1), l'offre dans le domaine des Smart grids est fragmentée, constituée d'entreprises aux activités très diverses, venant de multiples secteurs (énergie, BTP, numérique...) et associant des compétences hétérogènes (électrotechnique, informatique, psychologie...). La mise en place de Smart Grids sur un territoire implique la mise en cohérence d'un « système » autour de « fluides » (électricité, gaz, données numériques...), qui relie plusieurs fonctions de la ville : l'immobilier, le bâtiment, l'énergie, les télécommunications, la mobilité. Pour que les Smart Grids réalisent leurs promesses, les produits et services de toutes ces entreprises doivent fonctionner sans difficulté les uns avec les autres. Or, il peut exister des différences d'approche conceptuelle, en fonction par exemple du métier ou du secteur d'origine, qui freine l'interconnexion des systèmes de Smart Grids⁴⁵ : il faut donc que ces différentes entreprises coopèrent pour que le système fonctionne. Par exemple, cette interconnexion nécessite l'interopérabilité des formats de communication de données : il peut exister plusieurs standards de communication de données dans les différentes « briques » de Smart grids mises au point à différentes échelles (bâtiment, réseaux d'électricité, mobilité électrique,..). Pour que ces « briques » orchestrent les échanges d'énergie en temps réel, elles doivent pouvoir communiquer entre elles⁴⁶.

Cependant, les entreprises qui ont mis au point ces différentes approches conceptuelles, ces différents standards, sont souvent en concurrence et ne coopèrent pas nécessairement entre elles pour harmoniser leurs standards.

Il est donc nécessaire de créer les conditions d'une synergie entre toutes ces offres afin que le « système » permette aux Smart Grids d'atteindre leur efficacité maximale. C'est d'autant plus important que cette absence de coordination participe d'une faible lisibilité pour les acteurs de la demande (collectivités, aménageurs, syndicats d'énergie), qui sont confrontés à un foisonnement d'offres différentes.

Pour assurer cette mise en relation, il faut un lieu de dialogue facilitant la création de consensus, à partir de points de désaccord ou de blocage suscités par des visions ou intérêts divergents. Des instances de ce type ont déjà été créées, telles que les associations nationales « Think Smart grid », ou encore la « Smart Building Alliance » (SBA), qui regroupent toutes deux de nombreuses parties prenantes des Smart grids. Cependant, ces lieux de dialogue sont animés d'abord à l'échelle nationale et non locale. Pourtant, la dimension locale, et notamment régionale, a toute son importance dans la mesure où les problématiques énergétiques et les besoins de chaque territoire

« Chaque acteur a une place bien définie – car construite historiquement - dans la chaîne de valeur de sa propre filière d'origine (énergie, construction, TIC, électrotechnique, etc.) et craint de perdre cette place dans la nouvelle chaîne de valeur qui va se créer avec les smart grids, ce qui peut freiner sa coopération avec les autres acteurs ».

Dirigeant d'une association d'entreprises

⁴⁵ Cf. « Le rôle des territoires dans le développement des systèmes trans-sectoriels d'innovation locaux : le cas des Smart Cities » – Amel Attour, Alain Rallet, *Revue Innovations* – 2014/1 n° 43 | page 270.

⁴⁶ « Etude sur les filières vertes de l'énergie en Île-de-France pour soutenir le développement et la compétitivité des entreprises de ces filières », Erdyn et AD Conseil pour la DRIEE IdF, fév. 2012, p. 157-158.



peuvent être différents (autonomie énergétique, potentiel de production d'énergies renouvelables). Il existe dans certaines régions des lieux de dialogue et de consensus à cette échelle : le Club Smart grids de la CCI de Nice Côte d'Azur, ou le « Comité d'Orientation Régional des Réseaux électriques Intelligents » de la région Hauts-de-France. En plus des acteurs de l'offre, ces structures ont également l'avantage d'associer les acteurs de la demande et des « prescripteurs » : collectivités locales, promoteurs, aménageurs d'une part, BE et constructeur notamment d'autre part. En effet, les premiers cités ont leurs propres agendas et objectifs en matière de politique énergétique locale, ce qui là encore, va influencer sur les offres à mettre en place. Par exemple, le quartier « HafenCity » à Hambourg a mis en place son propre système de certification pour la construction durable, qui comprend des règles sur l'énergie. L'« EcoLabel » HafenCity n'est pas seulement un précurseur du système de certification national allemand DGNB, mais il est également plus ambitieux et obligatoire pour tous les développements immobiliers dans la zone riveraine de HafenCity.⁴⁷

Enfin, pour les prescripteurs, ces lieux constituent une « porte d'entrée », en leur permettant d'échanger des retours d'expérience sur les projets d'expérimentation, de démonstration ou de déploiement de Smart grids qu'ils initient, de monter en compétences mutuellement et de rencontrer des entreprises de l'offre, le tout dans un contexte neutre et ouvert⁴⁸.

Une étude menée en 2012 par les cabinets Erdyn et AD Conseil pour la DRIEE-IDF sur les filières vertes de l'énergie en Île-de-France, préconisait déjà de « développer la communauté des smart grids en IDF ».

CLUB SMART GRIDS DE LA CCI DE NICE CÔTÉ D'AZUR

- Créé en 2014 par la CCI NCA, présidé par Fabienne Gastaud, Directrice Général de WIT.
- 4 commissions thématiques : prescription, communication, mobilité, formation.
- 6 domaines stratégiques.
- Répond à un besoin du territoire : faciliter le déploiement de smart grids en créant un cadre, le référentiel « Smart Grids Ready ».
- Plus de 120 membres, acteurs de l'offre d'abord, mais aussi de la demande.

Ces instances doivent avoir pour objectif de faciliter la création de documents qui matérialisent les points d'accords et reflètent les besoins spécifiques du territoire. Ils peuvent-être des guides à destination des clients/utilisateurs ou des référentiels techniques. L'important est qu'ils se focalisent sur des préoccupations opérationnelles, car c'est à cette aune que l'on peut juger de la profondeur et de la maturité du consensus obtenu et donc de sa capacité à structurer le marché. Par exemple, le guide « Recommandations pour des bâtiments Smart grids ready » réalisé dans le cadre du club Smart grids Nice Côte d'Azur, comporte des recommandations précises et opérationnelles sur les fonctionnalités pour la conception ou l'évaluation de bâtiment conforme au référentiel Smart grids Ready (également créé dans le cadre du Club). Ces recommandations servent de base à la rédaction de cahier des charges par les donneurs d'ordres. Elles permettent de faire ressortir les choix qui s'offrent à eux en termes de fonctionnalités ou de niveau d'exigence tout en préservant le principe de mise en concurrence. Cette « neutralité » vis-à-vis des différents acteurs privés peut se vérifier par la présence d'exigences promouvant l'interopérabilité des solutions entre elles (Comme la garantie de neutralité dans l'exploitation des données, elles doivent être libres de droit, ouvertes et interopérables entre les bâtiments⁴⁹).



⁴⁷ Cf. encart « Hafencity » p. 40.

⁴⁸ Source : auditions.

⁴⁹ Cf. « Recommandations pour des bâtiments Smart grids ready », CCI Nice Côte d'Azur, 2016, p. 18.

Une fois créés, les guides et référentiels techniques obtenus par consensus doivent être promus auprès des donneurs d'ordres. Ils peuvent également être utilisés pour la construction et la réhabilitation du patrimoine propre des collectivités, avec des bénéfices en termes d'image et d'économies d'énergie, mais aussi en termes d'exemplarité vis-à-vis des objectifs qu'elles se fixent. Cette valorisation contribue au lancement d'une dynamique vertueuse permettant d'atteindre une masse critique de parcs immobiliers « Smart grid ready » sur le territoire. Une promotion efficace nécessite d'associer également les acteurs de la demande (donneurs d'ordre privés et publics : collectivités, aménageurs, promoteurs...). Leur participation active facilitera leur appropriation et leur capacité à être des relais auprès de leurs homologues.

Ces documents présentent l'avantage de garantir une forme de neutralité vis-à-vis des différentes offres. C'est l'assurance ne pas être dépendant à l'avenir d'une solution technique par rapport à une autre, appréhension d'autant plus élevée que leur expertise du sujet est faible ou lacunaire⁵⁰.

RECOMMANDATION

Proposer la création par la région Île-de-France, la Métropole du Grand Paris et la CCI Paris Île-de-France, d'une « fédération » d'initiatives locales dans le domaine des Smart grids. Cette instance d'échange et de mise en relation des acteurs de l'offre et de la demande associerait également le monde de la recherche. La CCI Paris Île-de-France, grâce à ses implantations départementales, pourrait garantir un rôle de représentation régionale tout en accompagnant les initiatives au plus près des besoins locaux.

Il reviendra à cette fédération de se fixer elle-même des objectifs de production de contenus très opérationnels (Guides, référentiels...) reflétant à la fois les besoins, les attentes du territoire (acteurs de la demande) et un consensus entre les acteurs de l'offre locale. L'utilisation de ces documents serait promue lors des opérations immobilières et autres opérations d'aménagement impliquant une dimension énergétique. Cette fédération pourrait être créée en même temps et en lien avec le pôle d'innovation recommandé plus haut (cf. 1.3).

COMITÉ D'ORIENTATION RÉGIONAL DES RÉSEAUX ELECTRIQUES INTELLIGENTS (COREI) DE LA RÉGION HAUTS-DE-FRANCE

- Créé dans le cadre de « You&Grid », projet régional de déploiement à grande échelle des Smart grids.
- Le projet You&Grid s'insère dans un projet plus vaste, « Rev3 » (« 3^{ème} révolution industrielle ») visant à transformer l'économie régionale par la transition énergétique et les technologies numériques.
- Cette instance rassemble les acteurs des Smart grids de la région et permet des prises de décision collectives (ex. prises de position vis-à-vis de la CRE).

« Les instances d'échanges locales sur les Smart grids doivent associer à la fois le public, le privé et le monde universitaire, afin de fédérer de manière ouverte et sans contraintes, et avec un leader qui devrait être la collectivité ».

Responsable d'une collectivité locale



2 | Un manque de visibilité sur les projets et orientations des collectivités

Fiabilité des réseaux, faible coût de l'électricité, centralisation et système de péréquation : la « structure » du marché français de l'électricité (et de l'énergie en général) est le résultat d'une action historique de l'Etat qui s'étend sur plusieurs décennies, mais qui n'est pas adaptée à l'approche Smart grids⁵¹. Certes cette structure évolue, par exemple via le cadre réglementaire, mais de manière très progressive ; les acteurs du marché des Smart grids, PME et investisseurs, font ainsi face à une incertitude concernant le rythme et les paramètres de son évolution. Ceci génère un environnement de marché instable, avec une faible visibilité, qui rend difficile la mise au point d'un modèle économique permettant aux PME d'investir à long terme.

En d'autres termes, le marché français des Smart grids n'est pas mature. Dans ce contexte, les collectivités locales et la puissance publique pourraient jouer un rôle pour compenser l'absence de visibilité des entreprises innovantes et aider à leur insertion dans la chaîne de valeur de l'énergie, en structurant et en stimulant la demande locale.

A cette fin, il est possible d'agir sur les freins existants au développement de la demande de solutions de Smart grids dans les territoires franciliens :

- une faible connaissance des enjeux et outils des Smart grids par les collectivités
- la faible lisibilité du système d'acteurs locaux de l'énergie en Île-de-France
- le caractère faiblement incitatif des projets et actions des donneurs d'ordres locaux

2.1 | Des formations dans les Smart grids peu connues des collectivités

La plupart des personnes auditionnées, en particulier les entreprises, font état d'une connaissance très hétérogène au sein des collectivités locales à propos des enjeux et outils des Smart grids, tant de la part des élus que des techniciens.

Cela s'explique par le fait que les Smart grids est un sujet relativement nouveau pour les collectivités, qui a fait son apparition il y a seulement une dizaine d'année. Par ailleurs, la plupart des collectivités locales ont délégué leur compétence en matière de gestion des réseaux d'énergie, dont elles sont propriétaires, aux syndicats d'énergie, perdant de ce fait la maîtrise technique du sujet.

En revanche, les collectivités les plus avancées dans le domaine des Smart grids sont souvent des collectivités qui :

- disposent de moyens importants ou d'équipes techniques en interne pour porter les projets,
- ont à leur tête des élus qui, par leur parcours, connaissent bien le sujet, ou en ont perçu l'intérêt pour les finances et l'attractivité de leur territoire.



⁵¹ Source : « Nouveaux modèles économiques urbains : le métier des opérateurs de l'énergie au défi de la performance énergétique locale », Institut de la Ville Durable, 2018.

2.1.1 - Un manque de formations continues dans les Smart grids destinées aux collectivités

Si le concept de Smart grid ou de gestion intelligente de l'énergie fait désormais partie du cursus en formation initiale des écoles d'ingénieurs, il semble peu développé dans la formation continue disponible auprès des agents en poste dans la fonction publique territoriale.

Il existe pourtant en Île-de-France de nombreux organismes de recherche et de formation compétents sur ces sujets, et certains proposent déjà des offres de formation initiale et continue « Smart grid » : le CNAM, l'école des Mines ParisTech, l'école Polytechnique, et d'autres.

D'autres organismes de recherche et d'enseignement franciliens sont également compétents sur le sujet ; ceux-ci pourraient mettre en place des formations continues pour les agents et les élus des collectivités locales : l'école des Ponts Paristech, l'ESIEE, l'IFSTTAR, le CSTB, etc.

L'Agence régionale pour l'énergie et le Climat de l'Île-de-France (AREC) propose également des formations destinées aux élus dans lesquelles les Smart grids sont abordées.

Enfin, le développement des Smart grids fait émerger de nouveaux métiers au sein des entreprises, comme par exemple le métier d' « opérateur de performance énergétique de quartier ». Ces nouveaux métiers nécessitent de mettre en place des formations adaptées.

RECOMMANDATION

Proposer à l'AREC de recenser les formations continues disponibles, en lien avec les organismes concernés, et les faire connaître aux collectivités locales. La CCI Paris Île-de-France pourrait s'associer à l'AREC afin de former également les salariés des entreprises aux nouveaux métiers des Smart grids, grâce à ses écoles spécialisées l'EA et l'ESIEE (cf. encart).

2.1.2 - Une insuffisante association des collectivités à l'observation des plateformes et projets de Smart grids

La dimension « formation » est incontournable pour faire comprendre les enjeux des Smart grids dans les territoires. Il est également nécessaire de montrer aux élus et techniciens des collectivités les aspects concrets de ce sujet afin de mieux les convaincre de son intérêt et de son potentiel.

Les plateformes d'expérimentation et de démonstration constituent un outil particulièrement adapté à cet objectif : elles sont permanentes, ouvertes et se prêtent donc facilement aux visites.

L'EA ET L'ESIEE, DEUX ÉCOLES DU GROUPE CCI PARIS ÎLE-DE-FRANCE

L'EA, l'école des Éco-Activités se positionne comme le partenaire majeur des acteurs économiques des territoires de l'Île-de-France, de la ville de demain (smart cities) et du Grand Paris.

Elle met à disposition un portefeuille de 45 formations et titres diplômants du CAP au Bac+5 qui débouchent sur des possibilités d'insertion vers plus de 150 métiers. Elle propose 6 filières, dont :

- Bâtiment et efficacité énergétique,
- Énergie et transition énergétique,
- Connectivité et réseaux très haut débit

L'ESIEE, l'école supérieure d'ingénieurs en électronique et électrotechnique, est une école d'ingénieurs orientée sur l'innovation et l'entrepreneuriat. Forte de ses 12 filières de formation, elle forme des ingénieurs dans les domaines du numérique (informatique, data, réseaux, électronique, systèmes embarqués), leurs nouvelles applications (e-santé, énergie, environnement) et leur management (génie industriel et management des technologies). Elle propose notamment une filière en formation continue « énergie renouvelable et efficacité énergétique » et une filière par apprentissage « énergie - ingénierie de la transition énergétique ».



Le Living Lab DOLL⁵², basé à Copenhague au Danemark, fonctionne en partie sur ce principe : les solutions d'éclairage intelligent implantées dans le quartier de démonstration peuvent être visitées lors de « tours » organisés par le Living Lab. Les visites sont destinées spécifiquement aux décideurs des collectivités locales danoises.

En Île-de-France, la plateforme « Sense-city »⁵³ à Champs-sur-Marne, pourrait être utilisée dans cette perspective. Si des visites y sont organisées, le fonctionnement actuel de la plateforme n'est pas orienté vers cette fonction, mais plutôt vers l'expérimentation, ou vers la formation des étudiants. Il serait donc pertinent de développer sa fonction de « visite » en direction des collectivités franciliennes, à l'image de ce qui existe à Copenhague ou dans d'autres régions françaises (IMREDD à Nice).

Certains projets de Smart grids franciliens organisent des réunions auxquelles les autres collectivités locales intéressées, élus et techniciens, pourraient être associés en tant qu'observateurs. Ainsi le projet CoRDEES sur l'éco-quartier Clichy Batignolles à Paris réunit de manière régulière les membres et parties prenantes lors de ses « AG ».

RECOMMANDATION

Proposer à l'AREC d'organiser des visites régulières au sein des plateformes d'expérimentation et de démonstration de Smart grids pour les collectivités locales. Ces visites pourraient être également l'occasion pour des porteurs de projet territoriaux de faire des retours d'expérience.

2.1.3 - Une implication non systématique des équipes opérationnelles des collectivités dans les projets de Smart grids locaux

Pour aller encore plus loin dans la « pratique », il est également possible d'impliquer directement les agents territoriaux dans les projets concrets de Smart grids. Le projet d'éco-quartier de la ville du Perray-en-Yvelines, mené par le Perray Energies, société anonyme créée par la ville, a impliqué des agents techniques de la commune dans des groupes de travail qui se sont constitués avec le Perray Energies pour la consultation (dialogue compétitif) avec les partenaires potentiels. Grâce à cette implication, le projet a permis d'accoutumer les équipes à ces notions et créer de la transversalité entre les services.

Dans le programme Datacity, financé par de grandes entreprises et co-organisé par la ville de Paris et « NUMA »⁵⁴, le travail collaboratif en mode projet entre les start-ups et les équipes opérationnelles de la ville de Paris a permis une rencontre, des échanges et le développement de solutions concrètes et déployables à grande échelle face à des enjeux spécifiques. L'un des projets, mené avec la start-up BeeBryte, a permis de rassembler des parties prenantes de l'auto-consommation pour identifier les potentiels bénéfiques et les contraintes d'une implémentation de panneaux PV sur des toits en ville, de nature multiple (physique, économique, organisationnelle, réglementaire, etc.).

La collaboration des équipes opérationnelles de la collectivité entre elles et avec des entreprises favorise l'intégration en profondeur dans la culture et l'approche professionnelle des agents territoriaux. En outre, cela favorise le développement de la transversalité entre les services par la culture de projet, ce qui est propice à l'adoption par la collectivité de solutions « smart », par nature transversales.

RECOMMANDATION

Dans tout projet de Smart grids mené à l'échelle locale, systématiser l'implication directe en « mode projet » des équipes opérationnelles concernées avec les experts des entreprises privées associées.



⁵² Cf. encart p. 25.

⁵³ Cf. encart p. 28.

⁵⁴ Cf. encart p. 29.

2.2 | Un manque de lisibilité du système d'acteurs locaux de l'énergie

L'article L. 2234-31 du code général des collectivités territoriales dispose que les communes sont propriétaires des réseaux de distribution d'énergie sur leurs territoires respectifs, et à ce titre détiennent le statut d'« autorités organisatrices de distribution d'énergie (AODE) », compétence qu'elles peuvent transférer à un « établissement public de coopération » tel qu'un EPCI ou un syndicat d'énergie. En d'autres termes, elles concèdent les réseaux de distribution d'énergie aux Gestionnaires de Réseaux de Distribution (GRD - ENEDIS et GRDF) dans des conditions fixées par un cahier des charges, ou les prennent en régie.

En Île-de-France, cette compétence a été transférée dans la majorité des cas à plusieurs syndicats d'énergie :

- Le SIPPAREC, 115 collectivités adhérentes ;
- Le SIGEIF, 185 communes ;
- Le SDESM (Seine-et-Marne) ;
- SMEDGTVO (Val-d'Oise) ;
- Le SEY 78 (Yvelines), environ 200 communes ;
- Essonne énergie.

Ces syndicats sont nombreux et leurs périmètres d'intervention respectifs n'offrent pas toujours de cohérence territoriale ; ils intègrent par exemple de multiples communes isolées et ne correspondent généralement pas aux périmètres des intercommunalités qui sont en charge de définir et de mettre en œuvre les Plans Climat Air Energie de Territoire (PCAET) et le Plan Climat Air Energie Métropolitain (PCAEM) pour la Métropole du Grand Paris (MGP)⁵⁵. Enfin, leur périmètre fluctue en fonction des compétences déléguées par les communes (gaz, électricité...).

Un mouvement de regroupement de ces syndicats a été amorcé en Île-de-France, avec la création d'un « Pôle énergies Île-de-France » en 2017⁵⁶, fédérant plusieurs syndicats d'énergie franciliens ou la création très récente d'Essonne énergie (mars 2019), visant justement à « pallier le morcellement des acteurs énergétiques du territoire »⁵⁷.

Pour la métropole parisienne, la loi NOTRe prévoit une compétence de planification stratégique spécifique à la MGP, avec la création d'un « schéma directeur des réseaux de distribution d'énergie » (SDRDE), visant à mettre en cohérence l'action des différents syndicats d'énergie en la matière, ceux-ci conservant la compétence d'AODE⁵⁸. Dans les autres métropoles françaises, la situation est souvent plus simple, puisque la loi MAPTAM prévoit la reprise directe de cette compétence par les métropoles sur leurs territoires, absorbant donc de fait les syndicats d'énergie qui sont à l'intérieur de leur périmètre.

Le système d'acteurs locaux compétents dans l'organisation des réseaux d'énergie en Île-de-France est plus complexe et moins lisible que dans les autres régions et métropoles françaises. Cela peut avoir des effets contre-productifs en matière de clarté et d'efficacité de l'action publique. Ainsi, la persistance de plusieurs syndicats d'énergie qui conservent la compétence AODE, et dont les périmètres se chevauchent avec les intercommunalités ne favorise pas la collaboration entre métropoles et intercommunalités, d'une part, et syndicats d'énergies, d'autre part. Leurs priorités peuvent diverger, alors qu'ils partagent les outils d'une politique énergétique locale⁵⁹.

En outre, cette complexité et cet éclatement des compétences au sein de multiples acteurs explique peut-être en partie le fait que, sur les 60 collectivités franciliennes ayant l'obligation de réaliser un PCAET dans le cadre de la Loi LTECV, seules 10 en sont à un stade opérationnel⁶⁰. La mise en œuvre d'un PCAET nécessite, pour nombre de collectivités locales, de se réappropriier l'expertise énergie.

⁵⁵ Cf. chapitre 1.

⁵⁶ <https://www.arec-idf.fr/actualite/C3%A9/cr%C3%A9ation-dun-p%C3%B4le-%C3%A9nergie-%C3%AEle-de-france>.

⁵⁷ <https://www.lejournaldugrandparis.fr/lessonne-cree-syndicat-mutualiser-politiques-denergie/>.

⁵⁸ Article L. 5219-1, V. du Code des collectivités territoriales.

⁵⁹ « Les nouvelles pratiques contractuelles pour la distribution d'électricité », Rapport de Recherche, Chaire Economie des Partenariats Public-Privé, IAE de Paris – Université Paris 1 Décembre 2016.

⁶⁰ Source : auditions.



Lorsqu'elle est exercée directement par les métropoles dans le cadre de la loi MAPTAM de 2014, la compétence d'AODE leur permet de mieux optimiser les investissements sur le réseau en lien avec le gestionnaire de réseau de distribution (GRD) dans le cadre d'une stratégie partagée de « maîtrise de la demande » ; c'est ce qu'a fait la métropole de Lille dans l'exemple ci-dessous (cf. p. 41). Ce statut d'AODE donne donc aux collectivités la possibilité de négocier avec les GRD la stratégie d'investissement en la matière sur leur territoire. C'est un levier non négligeable pour mettre en œuvre une politique de Smart grids locale.

Cela suppose toutefois que les communes se regroupent, mutualisent leur moyens pour exercer cette compétence, qui ne peut être exercée par des communes seules, étant donné sa technicité et sa complexité. De plus, la négociation avec les GRD sera d'autant plus aisée que le territoire sera vaste et comptera de nombreux habitants. Cette compétence doit donc être exercée à une échelle la plus large possible, idéalement celle d'une métropole ou d'une région. Elle doit être également cohérente avec l'échelle d'action en matière d'urbanisme.

Comme on l'a vu précédemment, la MGP ne reprend pas cette compétence, qui reste aux syndicats, mais élabore un SDRDE pour mettre en cohérence leur action dans ce domaine. A l'heure où les intercommunalités définissent des Plans Climat Air Energie de Territoire (PCAET), et la métropole un Plan Climat Air Energie Métropolitain (PCAEM), elles pourraient mieux utiliser cette compétence en définissant dans ces documents de planification des objectifs et politiques publiques en matière énergétique qui font appel aux technologies de Smart grids. Sur cette base, la métropole pourrait demander aux syndicats d'énergie, le cas échéant par le biais du SDRDE, de relayer auprès des GRD (ENEDIS ET GRDF), les attentes qui en découlent en matière de stratégie d'investissement dans les réseaux d'énergie sur leurs territoires respectifs.

RECOMMANDATION

Mutualiser la compétence à une échelle territoriale la plus large possible (intercommunalité, métropole, région), afin de définir des scénarios d'évolution des réseaux d'énergie du territoire intégrant les concepts et technologies des Smart grids. Les traduire dans les documents de planification (PCAET, PLUi, PADD, SDRDE), et utiliser ces objectifs et scénarios pour négocier la stratégie d'investissement dans les réseaux avec les GRD au travers des syndicats détenant la compétence AODE.

Le manque de lisibilité du système d'acteurs locaux compétents en matière de politique énergétique a également un effet direct sur les entreprises. Celles qui proposent des solutions de Smart grids aux collectivités locales sont régulièrement confrontées au manque d'interlocuteurs en mesure de comprendre l'intérêt de ces produits et services pour la collectivité. La relation commerciale est donc difficile à établir. En revanche, les échanges sont facilités lorsque la collectivité a mis en place un service dédié, tel qu'une mission ou un responsable innovation, composé de personnes capables d'appréhender ces solutions innovantes.

Cela peut également prendre la forme d'une structure extérieure à la collectivité mais créée et contrôlée par celle-ci : Agence de performance énergétique (Nice), Société Publique Locale (Lyon confluence), SAS Transition énergétique (Le Perray-en-Yvelines). Ces structures, en plus d'offrir un interlocuteur aux entreprises, sont plus souples qu'une collectivité locale, ce qui facilite les échanges avec les entreprises en s'adaptant à leur temporalité et à leur fonctionnement. Elles peuvent même ouvrir leur capital aux sociétés, ce qui offre, pour les entreprises, des garanties additionnelles d'engagement de la collectivité sur le long terme. Ces structures peuvent également suivre et animer sur la durée les projets de Smart grids lancés par la collectivité ; cette présence constitue, pour les entreprises, une concrétisation de l'engagement de la collectivité qui les rassure et justifie leur investissement.

Que ce soit un service interne à la collectivité ou une structure externe, le fait de créer un interlocuteur capable de comprendre l'intérêt de ces solutions et de les mettre en œuvre, en lien avec la collectivité, constitue un signal encourageant pour les entreprises.



RECOMMANDATION

Créer des structures dédiées, en interne ou en externe, chargées d'animer la politique locale de Smart grids et qui assurent un rôle d'interlocuteur pour les entreprises.

2.3 | Le caractère peu incitatif des projets et actions des donneurs d'ordres

Les donneurs d'ordres qui constituent la demande locale en matière de solutions de Smart grids (Collectivités, aménageurs, promoteurs, syndicats), lorsqu'ils lancent des projets intégrant une dimension de Smart grids, ne donnent pas suffisamment de garanties quant à la solidité de leur engagement à mettre en place des Smart grids sur leur territoire.

Cela peut notamment s'expliquer par le fait que les donneurs d'ordre des opérations immobilières ou d'aménagement ne rendent compte qu'à l'acheteur, et non à l'exploitant, et par conséquent ne raisonnent pas en coût d'exploitation global. Il s'ensuit un manque de prise en compte des contraintes réelles des solutions de Smart grids, dont le bénéfice se mesure pendant l'exploitation, à long terme. De même, la structure « en silo » des collectivités peut être un frein à la bonne prise en compte de ces solutions : par exemple, les services qui définissent les objectifs énergétiques sont distincts de ceux qui passent les marchés.

Concrètement, ce manque de prise en compte des contraintes réelles des solutions de Smart grids dans les projets peut se traduire de différentes manières :

- Un trop faible dimensionnement des projets de Smart grids, qui n'offrent donc pas la masse critique nécessaire pour être rentables.
- Des prescriptions, dans les cahiers des charges des opérations urbaines ou les documents d'urbanisme, insuffisamment contraignantes
- Un manque d'engagement des collectivités dans leurs achats propres
- Un manque de communication publique concernant leurs engagements relatifs aux projets de Smart grids

Dans la mise en œuvre des solutions de Smart grids, il existe des seuils, des tailles critiques à partir desquels les solutions deviennent économiquement intéressantes en termes de retour sur investissement. Il convient donc, dans les projets de Smart grids lancés par les collectivités, de les dimensionner dès la phase de conception en fonction de ces seuils de rentabilité. Cela peut être la surface minimale de panneaux photovoltaïques installés sur une opération, ou la capacité minimale d'une installation de stockage d'énergie. Par exemple, le seuil de rentabilité des dispositifs d'effacement est de 10.000 m² de surfaces de bureaux dans le tertiaire⁶¹. L'instance de dialogue évoquée plus haut pourrait être utilisée pour définir ces seuils dans les documents et référentiels qu'elle produira.

« S'ils perçoivent un manque de volonté de la part de la puissance publique, les entreprises et consortiums risquent de réviser les exigences initiales à la baisse ; en effet, la logique économique des projets immobiliers les conduira naturellement à l'abandon des solutions de Smart grids, celles-ci étant coûteuses et peu rentables ».

Dirigeant d'une start-up des Smart grids

PRINCIPALES POLITIQUES ÉNERGÉTIQUES DE L'« ECOLABEL HAFENCITY » À HAMBOURG

Les nouveaux bâtiments doivent :

- avoir une consommation d'énergie primaire de 30 à 45 % inférieure aux normes légales (EnEV).
- produire 30 kWh/m² sur 30% de la surface de toiture à partir d'énergies renouvelables (éolien ou solaire).
- surveiller la consommation d'énergie pendant au moins deux ans, avec l'obligation de satisfaire aux exigences de base et de viser des améliorations potentielles.



En outre, cette rentabilité peut également être améliorée en recherchant la mixité fonctionnelle dans les projets de Smart grids à l'échelle d'un quartier.

RECOMMANDATION

Rechercher la mixité fonctionnelle dans les microgrids afin de maximiser la mutualisation des usages de l'énergie dans le temps. Dimensionner les projets de microgrids locaux en fonction des seuils de rentabilité des solutions de Smart grids.

Les collectivités locales et leurs groupements (communes, intercommunalités) disposent d'un certain nombre de prérogatives en matière de foncier, de planification urbaine. Elles sont à l'initiative de l'aménagement de nouvelles zones, de quartiers d'habitation et d'éco-quartiers. Lors de ces nouvelles urbanisations, elles décident et écrivent des prescriptions qui vont s'imposer à tout acteur intervenant dans l'aménagement et l'urbanisation de ces zones. On retrouve ces règles dans les documents d'urbanisme comme les SCOT et les PLUi, mais aussi dans les cahiers des charges des consultations lancées par les aménageurs des zones en direction des promoteurs par exemple. Or, ces exigences peuvent être conçues de manière à inciter les acteurs à mettre en œuvre des solutions relevant des Smart grids dans les nouvelles zones urbanisées. Par exemple, les référentiels « Smart grids ready » qui se sont créés récemment (SBA, CCI NCA), peuvent être utilisés dans les cahiers des charges des opérations urbaines afin que les bâtiments construits soient conçus pour pouvoir s'intégrer dans un réseau Smart grid. Un pourcentage de production d'énergies renouvelables peut être demandé pour les bâtiments, comme c'est le cas dans le quartier Hafencity de Hambourg. Cela ne se limite pas aux projets de quartiers d'habitation ; La CCI du Grand Lille a lancé en 2018, dans le cadre du projet Rev3 mené avec la région Hauts-de-France, un appel à projet (« lil'aeroparc ») pour réaliser un parc d'activité devant être 100% autonome en énergie en 2030, et intégrant à cette fin un Smart grid, dont les principales caractéristiques sont décrites dans le cahier des charges.

En amont des cahiers des charges des consultations, des principes favorisant les Smart grids peuvent également être inscrits dans les documents d'urbanisme comme le PLUi et son Plan d'Aménagement et de Développement Durable (PADD). A Lille toujours, la Métropole européenne (MEL) a pris une décision volontariste et originale en matière d'aménagement urbain favorisant les Smart grids. Elle a refusé la création rapide d'un nouveau poste source⁶² nécessaire à la construction d'un futur quartier, et a décidé de créer une contrainte sur le réseau de distribution d'électricité afin d'inciter les habitants et les acteurs de l'urbanisme (aménageurs, promoteurs, opérateurs...) à utiliser des systèmes de Smart grids. En parallèle, la métropole élabore une stratégie énergétique avec ENEDIS visant à traduire cette contrainte en prescriptions pour les nouveaux aménagements : pourcentage de panneaux solaires sur les toits d'immeubles, raccordement au réseau de chaleur, dispositifs de stockage d'énergie et de réseaux intelligents pour décaler la consommation dans le temps afin d'écarter les « pointes » horaires. Les équipes techniques de la MEL spécialisées dans l'énergie vérifient avec ENEDIS, dans le cadre du projet « So Mel So connected », que les technologies envisagées sont en mesure d'absorber la contrainte future, avant de transcrire les nouvelles prescriptions ainsi créées dans les documents d'urbanisme. Cette stratégie permettra de différer de quelques années le poste source voir de l'éviter sur le long terme.

RECOMMANDATION

Mettre en œuvre une politique volontariste en matière de Smart grids dans les documents et opérations d'urbanisme, assortie de mesures concrètes garantissant l'atteinte des objectifs, qui s'inscrive dans les documents : référentiels « Smart grids Ready » dans les cahiers des charges, systèmes de certification spécifiques, prescriptions dans les documents d'urbanisme...



⁶² Un poste source, ou poste HTA-BT, est un équipement industriel fixe qui transforme l'électricité haute tension du réseau principal en électricité basse tension destinée à alimenter un ensemble urbain, un quartier.

Une collectivité achète régulièrement des biens et des services à travers des marchés publics. Dans ces marchés, le prix est souvent le critère dominant. Cependant, les collectivités ont la possibilité d'accroître le critère qualitatif (ou « technique ») dans leurs achats ; et cela pourraient s'appliquer à l'énergie en développant les achats « verts » : véhicules électriques, achat de systèmes et de services de gestion intelligente de l'énergie, contrats d'approvisionnement en énergie « verte » ou « locale » (« garantie d'origine »).

Par exemple, la société Viparis, qui gère les sites de congrès et salons, a développé divers systèmes de gestion intelligente de l'énergie pour son parc immobilier. Ces systèmes lui permettent de réaliser des économies d'énergie, de fournir des services énergétiques à ses clients et de remplir ses engagements de RSE.

Ces actions pourraient être menées par des collectivités locales sur leur propre parc immobilier, dans un souci d'économies, mais également d'image auprès des administrés. La multiplication de ces bonnes pratiques au sein des collectivités permettrait d'enclencher une dynamique vertueuse qui « pousserait » le marché, en aidant les sociétés qui développent ces solutions à en baisser le coût par les économies d'échelle réalisées. Le marché des Smart grids en bénéficierait, car ces usages « verts » (gestion intelligente de l'énergie, véhicule électrique, énergie verte produite localement) renforcent indirectement la demande d'offres en la matière.

Par ailleurs, les innovations de Smart grids pourraient être mises en œuvre grâce aux outils de l'achat innovant. L'évaluation du « coût global » des offres tout au long du cycle de vie du contrat serait un élément spécialement adapté. En effet, l'analyse en coût global des offres prend en compte les avantages en coût directs et indirects sur la durée des solutions innovantes, comme les économies d'énergie, et compense ainsi leur prix plus élevé à l'acquisition. Les Smart grids, tout comme les solutions de « Smart building » ou de « gestion intelligente de l'énergie » sont dans ce cas, car elles sont plus chères à l'acquisition mais peuvent générer des gains importants lors de la phase d'exploitation. D'après le récent rapport de la CCI Paris Île-de-France sur l'achat innovant, « *le droit incite davantage à adopter un critère prix fondé sur les coûts du cycle de vie impliquant une vision globale des coûts directs supportés par l'acheteur depuis l'acquisition à la fin de vie ainsi que sur l'utilisation et la maintenance et des coûts externes, notamment environnementaux et sociaux* »⁶³.

RECOMMANDATION

Accroître les critères « verts » et qualitatifs (plus forte pondération du critère technique), et privilégier l'analyse des offres en « coût global » du cycle de vie, dans les achats en matière d'énergie des collectivités locales afin de favoriser indirectement le développement du marché des Smart grids. Pour la gestion de leur parc immobilier, les services et systèmes de gestion intelligente de l'énergie, ou de « Smart building », sont des thématiques d'achat particulièrement indiquées.

Lorsque les collectivités lancent des projets dans le domaine des Smart grids, il est important pour les entreprises qu'elles affichent les ambitions énergétiques associées et qu'elles communiquent dessus. Cette communication permet de rassurer les entreprises des Smart grids, en particulier celles impliquées dans ces projets quant à l'engagement des collectivités sur le long terme. Leur investissement est conforté, car une visibilité leur est donnée. En effet, il peut arriver qu'un projet d'éco-quartier, affichant au départ des ambitions élevées en matière de gestion intelligente d'énergie, voie ces ambitions réduites au fur à mesure de l'avancement du projet. Le projet IssyGrid par exemple, a fait l'objet d'une abondante communication de la part d'IssyMédia, agence de communication de la mairie d'Issy-les-Moulineaux.



RECOMMANDATION

Concrétiser l'engagement dans la durée d'une collectivité par une communication sur sa politique dans le domaine des Smart grids, ses objectifs et ses résultats.

Pour les collectivités locales, la mise en œuvre de politiques et de projets de Smart grids sur les territoires nécessite de mobiliser des ressources financières. Le dispositif des Certificats d'économies d'énergies (CEE) ne pourrait-il pas être mobilisé ? Pour cela, il serait nécessaire d'ouvrir la possibilité d'inscrire sur la liste officielle des « opérations standardisées d'économies d'énergie » ouvrant droit aux CEE, les dispositifs de Smart grids qui ont fait l'objet d'une évaluation des économies d'énergies réalisées⁶⁴. En effet, les dispositifs de Smart grids n'apparaissent pas aujourd'hui dans cette liste officielle⁶⁵. Or, les CEE peuvent se monétiser auprès des « Obligés », producteurs et distributeurs d'énergies fossiles⁶⁶. Les résultats des retours d'expériences réalisés dans le cadre de projets existants, tels que CoRDEES (qui inclut la création, avec le laboratoire Mines ParisTech, d'un « modèle énergétique de quartier » reproductible à d'autres territoires), pourraient être réutilisés pour définir une « opération standardisée » de Smart grid.

A côté des « opérations standardisées », il existe une autre procédure pour obtenir des CEE, nommée « opérations spécifiques ». À la différence de la première procédure, elle n'est pas limitée par une liste ; en revanche, les économies d'énergies réalisées doivent être prouvées et documentées, ce qui nécessite la mise en place d'un coûteux dispositif d'évaluation (mesures, instrumentation) sur la durée⁶⁷. Afin de faciliter le financement des projets de Smart grids par cette procédure, la liste des « opérations standardisées » devrait être élargie aux investissements dans les dispositifs d'évaluation et de mesure des économies d'énergies.

RECOMMANDATION

Dans le cadre du dispositif de financement des CEE, demander au Ministère de la transition écologique et à l'Ademe d'ouvrir la liste des « opérations standardisées » d'économies d'énergies aux dispositifs de Smart grids ayant fait l'objet d'une évaluation des économies d'énergies réalisées, ainsi qu'aux investissements dans les dispositifs d'évaluation et de mesure des économies d'énergies dans la durée mis en place sur des projets de Smart grids locaux ou des (éco-)quartiers.

LA POLITIQUE DE GESTION INTELLIGENTE DE L'ÉNERGIE DE VIPARIS

- Instrumentation des Halls et espaces d'exposition (capteurs de température...).
- Suivi fin des consommations énergétiques globaux et de chaque exposant au moyen d'instruments de comptage et logiciels spécifiques.
- Souscriptions d'abonnements en énergie flexibles (infra-annuel) en fonction de l'évolution connue des consommations et de l'occupation des espaces.
- Mise en place de plans d'actions d'optimisation des consommations par site et définition d'objectifs quantifiés d'économies.
- Utilisation des expertises de start-ups et de sociétés spécialisées dans l'analyse des consommations énergétiques.

⁶⁴ Tels que le projet CoRDEES de la ville de Paris sur l'éco-quartier Clichy-Batignolles.

⁶⁵ Source : <https://www.ecologique-solaire.gouv.fr/operations-standardisees-deconomies-denergie>.

⁶⁶ Source : Certificats d'économie d'énergie : dispositif 2015-2017 Collectivités, Ademe, juin 2015.

⁶⁷ Dans le cadre du projet de Smart grids « CoRDEES » à Paris, 2.250 appareils de mesure ont été installés.



Annexe 1 : Listes des personnes auditionnées

La Chambre de commerce et d'industrie de Paris Île-de-France tient à remercier l'ensemble des acteurs économiques sollicités pour leur contribution à ce travail.

Entreprise/organisme	Prénom	Nom	Fonction
AGENCE PARISIENNE DU CLIMAT (APC)	Cécile	GRUBER	Directrice de la communication et des transitions
AGENCE REGIONALE ENERGIE CLIMAT (AREC)	Christelle	INSERGUEIX	Directrice
CARWATT	Gérard	FELDZER	Président
CCI DE NICE	Xavier	CARLIOZ	Responsable filière énergie
CCI Paris IDF	Olivia	LEVASSEUR	Elue
CITEGESTION - CITELIUM	Kader	HIDRA	Directeur Général
CLEM'E	Olivier	DELIASSUS	Directeur Général
COLOMBUS CONSULTING	Alexandre	MALRIC	Consultant - expert
DEEPMKI	Vincent	BRYANTT	Co-fondateur
EDF IDF	Cyrille	MERLE	Chef de projets
EDF IDF- DIRECTION COLLECTIVITES	Andreia	ANTUNES	Chef de projets
EFFICACITY (INSTITUT DE TRANSITION ENERGETIQUE)	Eric	PARENT	Directeur Général Adjoint
EGREEN	Jérémy	JEAN	Président
EMBIX	Eric	L'HELGUEN	Directeur Général
ENEDIS	Christophe	DONIZEAU	Délégué Coordination Ile de France
ENERGIE-IP	Stéphane	RENOUARD	Directeur R&D
ESIEE	Xiaofeng, Gaëlle, Elyes	GUO LISSORGUES NEFZAOU	Enseignants chercheurs
GAZ EUROPEEN	Arnaud	BERGERON	Directeur des Systèmes d'information
GROUPE KEESMEL	Jean-Luc	TUFFIER	Gérant
HAFENCITY GMBH - HAMBURG	Jürgen	BRUNS-BERENTELG	Directeur Général - CEO
ICADE	Benjamin	FICQUET	Directeur transition énergétique
IMREDD	Pierre Jean	BARRE	Directeur
INRIA	Luc	GRATEAU	Chargé des partenariats et des projets d'innovation
INSTITUT PARIS RÉGION	Daniel	THEPIN	Économiste



Entreprise/organisme	Prénom	Nom	Fonction
ISSY GRID - MAIRIE ISSY	Eric	LEGALE	Directeur général
LE PERRAY ENERGIES	Gervais	LESAGE	Président / CEO
LILLE METROPOLE	Erwan	LEMARCHAND	Directeur énergie
NUMA	Pierre	PEYRETOU	DataCity program manager
OCEA SMART BUILDING	Emmanuel	CROC	Président
ORANGE	Benoit	HUVER	Directeur Supply chain
POWER-UP	Josselin	PRIOUR	Co-fondateur
PUCA (organisme interministériel de recherche et d'expérimentation placé sous la tutelle de plusieurs ministères dont celui de la Transition écologique et solidaire)	François	MENARD	Chargé de mission au Plan Urbanisme Construction Architecture (PUCA) coordination et animation des Démonstrateurs Industriels de la Ville Durable (DIVD)
SCHNEIDER ELECTRIC	Gilles	DE COLOMBEL	Directeur de Mission Grand Paris, élu CCI 92
SENSE CITY – IFSTTAR (l'Institut français des sciences et technologies des transports, de l'aménagement et des réseaux)	Anne	RUAS	Adjointe au directeur, chargée de l'urbain et de Sense-City.
SEPTODONT	Olivier	SCHILLER	PDG
SILEX FRANCE	Quentin	FOURNELA	Responsable commercial
SMART BUILDING ALLIANCE (SBA)	Emmanuel	FRANÇOIS	Président
SOCIETE ARMEL BAENA CONSEIL	Armel	BAENA	Gérant, Elu CCI 92
TERRINNOV	Gilles	BOUVARD	Directeur
THINK SMART GRID	Anne	LENCZNAR	Déléguée générale
VERTEEGO	Céline	PELLETIER	Consultante villes durables
VILLE DE PARIS , Mission Ville Intelligente et Durable en charge du projet Cordées	Fabienne	GIBOUDEAUX	Chargée de mission Ville Intelligente et Durable
VIPARIS	Bernard	MICHEL	Président
VIPARIS	Pablo	NAKHLE CERRUTI	Directeur général
YELE CONSULTING	Adrien	KANTIN	Consultant ville intelligente



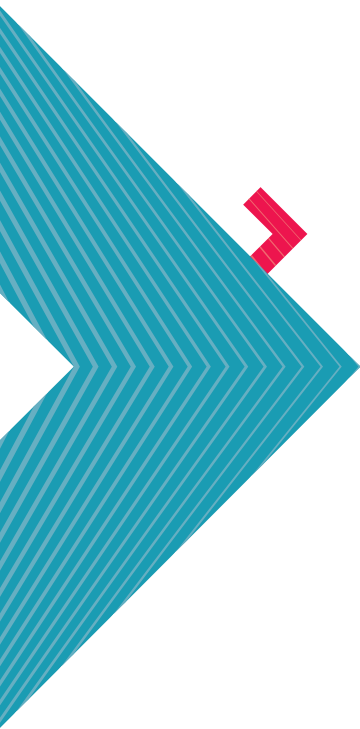
Annexe 2 : BIBLIOGRAPHIE

- ADEME - PCAET : Comprendre, construire et mettre en œuvre – Plan Climat-Air-Energie Territorial.
- ADEME – Un mix électrique 100 % renouvelable ? Analyses et optimisations – Synthèse technique et synthèse de l'évaluation macro-économique.
- International Energy Agency – Digitalization & Energy – 2017.
- ARENE – Smart Grids en Île-de-France – Slidekit pour les collectivités – 2016.
- Commission Nationale du Débat Public (CNDP) - Pour une transition énergétique au service de la compétitivité – CCI Paris Île-de-France - Cahier d'acteur – Numéro 155 – Juillet 2018.
- Chambre de Commerce et d'Industrie Nice Côte d'Azur (CCINCA) – Recommandations pour des bâtiments Smart Grids Ready – Guide à l'usage des maîtres d'ouvrage et donneurs d'ordres – Octobre 2016.
- CEREG ETUDES – Les réseaux électriques intelligents : vers de nouveaux besoins en compétences et en formations - Nathalie BOSSE - Centre de recherche en économie de Grenoble (CREG), centre associé au Céreq de Grenoble – Numéro 3 – Novembre 2016.
- Ministère de la transition écologique et solidaire - Service de l'économie, de l'évaluation et de l'intégration du développement durable – Réseaux électriques intelligents - Quelles compétences pour une filière électricité plus agile ? – Mai 2018.
- European Commission & Nesta, project DECODE – Reclaiming the Smart City Personal data, trust and the new commons – July 2018.
- Conseil régional – Stratégie énergie-climat de la région Île-de-France – Valérie Péresse, Présidente du conseil régional d'Île-de-France – Juillet 2018.
- Université Paris-Est – Cité Descartes – Inauguration de l'Équipement d'excellence Sense-City – Dossier de Presse - 27 mars 2018.
- OPENCITIZ - Smart city : gadget ou création de valeur collective ? L'évaluation socio-économique appliquée à la ville intelligente à travers cinq études de cas - Novembre 2017.
- DRIEE – Service Développement Durable des Territoires et des Entreprises – Etude sur les filières vertes de l'énergie en Île-de-France pour soutenir le développement et la compétitivité des entreprises de ces filières – Février 2012.
- ENEDIS – Innover au service de nos clients et des enjeux énergétiques des territoires – Smart Grids.
- La Nouvelle France Industrielle - Chantier Réseaux électriques intelligents, Feuille de route - 7 mai 2014.
- Institut Aménagement et Urbanisme (IAU) - Le solaire photovoltaïque : une énergie aujourd'hui moins chère et plus rentable – Note rapide – Numéro 789 - Octobre 2018.
- Institut Aménagement et Urbanisme (IAU) : Les Smart Grids au service de la transition énergétique – Note rapide – Numéro 805 – Mars 2019.
- Revue Innovations – Grappes d'innovations sur les réseaux électriques et les concessions des collectivités locales (eau, déchets) : une lecture schumpetérienne du Smart Grid – Valérie Lesgards, 2011/1 (n°34), p. 57-76



- Revue Innovations – Le rôle des territoires dans le développement des systèmes trans-sectoriels d'innovation locaux : le cas des Smart Cities – Amel Attour, Alain Rallet, 2014/1 n° 43 | pages 253 à 279
- Institut Ville Durable – Nouveaux modèles économiques urbains : le métier des opérateurs de l'énergie au défi de la performance énergétique locale – Document produit dans le cadre du Groupe de travail de l'Institut pour la Ville Durable – Nouveaux modèles économiques 2017-2018.
- OPENCITIZ & Territoires Intelligents - Le Guide des Territoires intelligents – Comprendre, anticiper, se repérer – 2018.
- CCI Essonne, CCI Paris Île-de-France – Première analyse collective du dynamisme des PME franciliennes dans le domaine de la transition énergétique – Synthèse des résultats – Octobre 2016.
- Energie 2020 – La filière Smart Grids – Une opportunité d'emplois et d'attractivité pour les Hauts-de-France.
- Commission Nationale du Débat Public (CNDP) – Les enjeux portés par les Smart Grids dans le cadre de la PPE – Cahier d'acteur – Numéro 102 – Juin 2018.
- Commission Nationale du Débat Public (CNDP) – Le réseau d'électricité au service des ambitions de la future PPE – Cahier d'acteur – 8 avril 2018.
- De la Smart City au territoire d'intelligence(s) – Luc Belot – Député Maine et Loire – Avril 2017.
- CCI Paris Île-de-France – Direction des Politiques économiques, Direction générale adjointe chargée des études et de la mission consultative – Concilier transition énergétique et compétitivité – Rapport présenté par Jean-Claude Karpeles et Jean-Paul Lafitte et adopté le 25 janvier 2015.
- La Revue de l'Énergie – Smart Grids : quels impacts sur les acteurs du marché de l'énergie ? – Julien Colette, Anne Humbert et Mohamed Lahjibi – Numéro 633 – Septembre-Octobre 2016.
- Le réseau de transport d'électricité (RTE) – Bilan prévisionnel de l'équilibre offre-demande d'électricité en France – Edition 2017.
- Le réseau de transport d'électricité (RTE) – Valeur économique, environnementale et déploiement d'ensemble – Juin 2017.
- Le réseau de transport d'électricité (RTE) – Valorisation socio-économique des réseaux électriques intelligents – Juillet 2015.
- CCI Hauts-de-France – Schéma sectoriel REV 3 – Mandature 2017-2021.
- U.S. Department of Commerce – Smart Grid Top Markets Report – January 2017.
- ThinkSmartGrids, Territoire d'énergie, ADEME, FNCCR, Smart Energy French Cluster – Recommandations pour les collectivités Smart Grids Ready, 2018





27 avenue de Friedland
75382 Paris cedex 08

www.cci-paris-idf.fr

Contact expert

Emmanuel Bacholle • ebacholle@cci-paris-idf.fr
+33 1 55 65 78 56

Contact presse

Isabelle de Battisti • idebattisti@cci-paris-idf.fr
+33 1 55 65 70 65

Directeur de la publication

Stéphane Fratacci, Directeur général CCI Paris Île-de-France
Rapports consultables ou téléchargeables sur le site :
<http://www.etudes.cci-paris-idf.fr>
ISSN : 0995-4457 - Gratuit
Registre de transparence de l'Union européenne
N° 93699614732-82



www.etudes.cci-paris-idf.fr
 [@CCIParisIDF_Vox](https://twitter.com/CCIParisIDF_Vox)