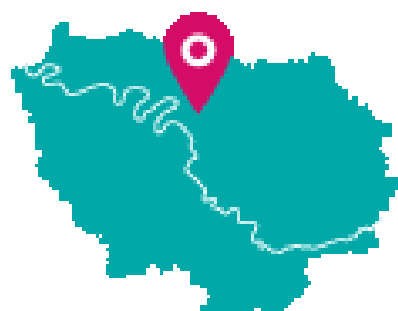




# Smart Grids en Île-de-France

## Notice pratique pour la phase de cadrage d'un projet



## 1. Quand le réseau électrique devient intelligent

Le réseau électrique français a été conçu au cours de la première moitié du XX<sup>ème</sup> siècle. Ce réseau suit une logique linéaire où le besoin des consommateurs est satisfait en agissant sur la production et la capacité de transport et distribution. Depuis, il a sans cesse évolué, sur deux axes principaux :

- La production et la consommation : pour répondre aux exigences des consommateurs, le réseau électrique dispose de centrales électriques et de logiciels de prévision de consommation. Ainsi le réseau doit « anticiper » à chaque instant de la journée la consommation totale et faire varier en conséquence la production de ces centrales ;
- Le transport et la distribution : le réseau électrique s’est renforcé au fil des années pour assurer la livraison de l’électricité aux consommateurs à travers des investissements dans les lignes de transport et distribution et dans les transformateurs (postes sources) et dans les différents composants électriques.

La croissance de l’activité industrielle, commerciale et résidentielle se traduit par une augmentation continue de la demande en électricité. Le développement des moyens de production renouvelables (poussé notamment par des objectifs de réduction d’émissions de gaz à effet de serre) nécessite l’intégration continue de moyens de production décentralisés et à forte variabilité. En conséquence, le réseau doit être renforcé, à travers des investissements qui, étant donné la linéarité et la taille actuelle du réseau, augmentent de façon exponentielle.

Les réseaux intelligents représentent la « suite naturelle » des réseaux linéaires. Il s’agit d’une nouvelle façon de penser le renforcement classique et d’éviter une partie des investissements : en effet, les réseaux intelligents se fondent sur l’ajout des nouvelles technologies de l’information et de la communication au réseau existant en substitution d’une partie des renforcements classiques. Ceci permet d’agir sur l’ajustement de la consommation et de la production de manière très précise et à une échelle de temps très courte. Il est important de noter que la majorité des projets smart grids se situe au niveau du *réseau de distribution*. Le réseau de transport (haute tension) peut être considéré comme déjà intelligent, dans la mesure où la consommation et la production sont mises en « dialogue » à travers des moyens technologiques et un opérateur (RTE) dédiés.

Ainsi, pour le réseau de distribution, il s’agit ainsi de passer d’un système fortement linéaire et non communiquant à un système plus participatif, dynamique et communicant. Les schémas page suivante comparent le réseau électrique « actuel » et le réseau électrique « smart ».



Figure 1: Illustration du réseau électrique actuel linéaire

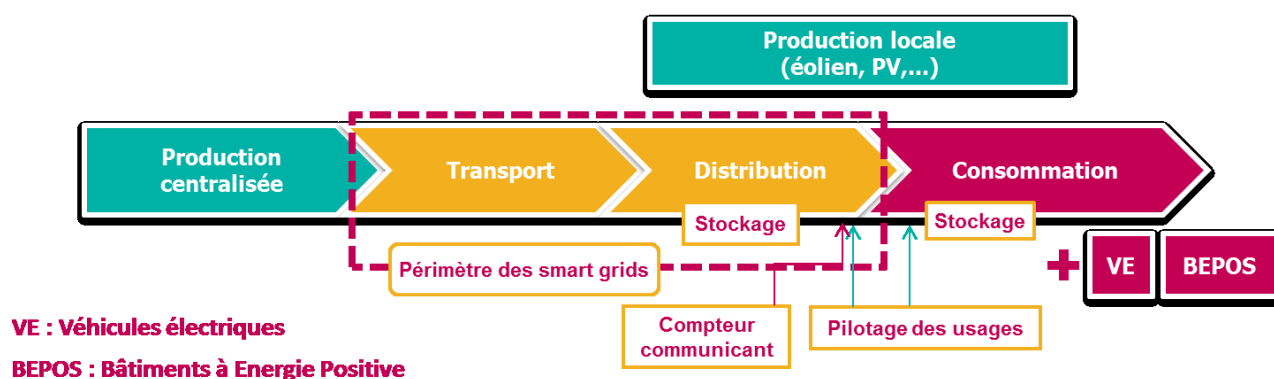


Figure 2 : Illustration du périmètre d'un smart grid

Le périmètre des smart grids est ainsi défini aux bornes du réseau électrique (transport et distribution) : du poste électrique sortie de production au compteur électrique du consommateur. En effet, si le concept « smart grid » intègre les éléments de production et de consommation (au-delà du périmètre défini), l'analyse porte ici sur le « grid ». Il s'agit bien, avant tout, de l'équilibrage du réseau électrique (entre production et consommation). Les différents sujets que traite le smart grid, comme par exemple la production des énergies renouvelables, les bâtiments à énergie positive, le stockage, ou encore les véhicules électriques, sont des sujets à part entière. Individuellement, ils ne constituent pas en soi un smart grid ; le smart grid vise donc à **optimiser la gestion de la connexion entre les différentes briques technologiques « énergie » par l'utilisation des technologies d'information et de communication (TIC) ou de les utiliser afin d'apporter de l'intelligence au réseau**. A titre d'exemple, il peut s'agir d'utiliser le stockage pour lisser les consommations et ainsi estomper la pointe afin d'assurer la stabilité du réseau, d'améliorer la maîtrise de l'énergie et l'efficacité énergétique globale en pilotant des installations de manière intelligente...

#### Convergence des enjeux smart grids

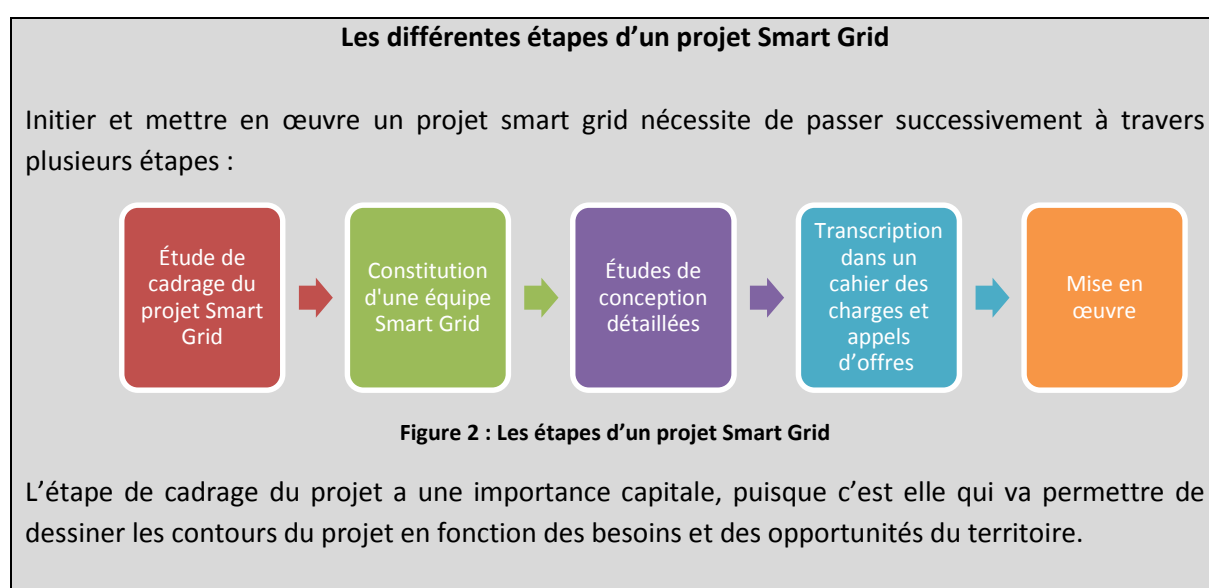
- Sécurité de l'approvisionnement
- Maîtrise de l'énergie
- Efficacité énergétique
- Maîtrise des émissions de gaz à effet de serre (notamment en limitant le recours aux énergies fossiles en période de pointe)
- Maîtrise de la facture énergétique

## 2. Les différentes étapes d'un projet Smart Grid

Mettre en œuvre un projet smart grid représente un défi pour deux raisons :

- Le concept « smart grid » n'est pas encore standardisé et peut recouper des réalités différentes, avec des niveaux d'ambition très variés selon les porteurs de projets ;
- Un projet « smart grid » combine des problématiques techniques, économiques et de gouvernance sur lesquelles il y a encore peu de retours d'expérience.

Dans ce cadre, la réussite du projet réside tout particulièrement dans la rigueur apportée aux étapes amont de cadrage. La note suivante précise les lignes directrices à suivre lors de ces premières étapes : leur suivi permettra de faciliter la réussite du projet, en prenant en compte dès les débuts du projet les spécificités territoriales et en intégrant dans sa préfiguration les différentes parties prenantes.



### 3. L'étape de cadrage du projet Smart grid

Cette première étape de définition d'un projet smart grid est nécessaire pour prédéfinir le projet : elle permet d'aboutir à différents scénarios smart grid sur le territoire<sup>1</sup>, suffisamment renseignés et analysés (par le biais de modélisations) pour permettre un choix entre ceux-ci.

Cette phase s'attache donc à analyser le territoire, les enjeux locaux, et identifier les opportunités auxquelles un smart grid pourrait répondre. Cela permet de définir le périmètre et les objectifs d'un projet smart grid sur le territoire, et à partir de là, de dessiner des scénarios et les modéliser.

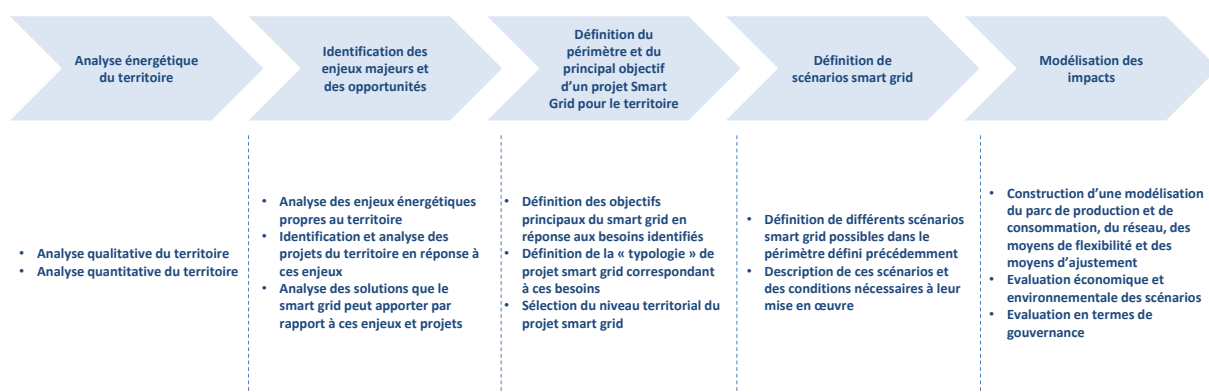


Figure 3 : Les passages de la phase d'étude de cadrage d'un projet smart grid

L'un des enjeux importants de cette étape est la participation des parties prenantes, nécessaire pour prédéfinir le projet et aboutir ainsi à des scénarios co-construits et partagés, basés sur une connaissance approfondie du territoire et de ses enjeux. Différents ateliers de travail sont donc nécessaires pour impliquer les différentes parties prenantes d'un projet de smart grid (cf. page suivante).

<sup>1</sup> On entend ici lieu d'accueil du projet Smart grids : l'échelle peut aller d'un quartier à une collectivité (ex. : communauté d'agglomération) ; au-delà, la réflexion portera plutôt sur la connexion de plusieurs Smart grids entre eux.

## Quelles parties prenantes associer à un projet Smart Grid ?

### Les acteurs privés

- Les **énergéticiens** (électricité et autres énergies) ont naturellement développé une expertise smart grids, c'est le cas des producteurs et des gestionnaires de réseaux. Les smart grids renforcent la liaison entre les producteurs et les consommateurs ce qui permet aux énergéticiens d'offrir de nouveaux services et de mieux s'approvisionner en énergies renouvelables. Les gestionnaires de réseaux, et notamment de distribution, sont les principaux porteurs de projets smart grids étant donné le potentiel de baisse des coûts de renforcement qu'offre cette technologie.
- De leur côté, les **équipementiers électriques** (Alstom Grid, ABB, Siemens, Schneider Electric...) se sont naturellement intéressés au sujet smart grids. Ils développent des solutions technologiques permettant de mieux piloter le réseau, ou des équipements répondant à ce besoin.
- Les acteurs du **secteur de l'information et de communication** ont de leur côté développé une expertise et une offre en matière de gestion énergétique : il s'agit d'IBM, Cisco, Toshiba, HP, Google, Microsoft, Logica, Accenture... Cette catégorie couvre les éditeurs de logiciel, gestionnaires de données de masse, spécialistes de l'intégration de système d'information...
- Le secteur des **technologies de pointe** est également impliqué dans les projets pour apporter des compléments sur certains volets très spécifiques (compteurs intelligents, systèmes de communication...). Il s'agit bien souvent d'entreprises de petite taille et de création récente, fortement innovantes ; certains projets donnent même parfois naissance à une entreprise dédiée.
- Le smart grids touchant le bâti, les acteurs de **l'aménagement et de l'immobilier** se sont également intéressés à ce sujet, à l'instar de Bouygues Immobilier (qui tient un rôle moteur au sein du projet Issygrid par exemple). Ces acteurs font la connexion du smart grid avec les bâtiments à énergie positive, ou encore les éco-quartiers...

### Les acteurs publics

- L'**Etat** compte sur la transformation du réseau électrique pour contribuer à la transition énergétique ; cette thématique est d'ailleurs inscrite dans les « Investissements d'Avenir ». Ainsi, l'Etat est actuellement le premier financeur public des projets smart grid en France. Celui-ci, conjointement avec la Commission de Régulation de l'Energie (CRE), est également très attendu en matière réglementaire pour définir les grands traits du paysage électrique en France (ouverture du marché et modèle de réseaux).
- Les **pôles de compétitivité** jouent également un rôle de propulseur dans les projets smart grid. Ceux-ci ont acquis aujourd'hui une réelle compétence sur le sujet de smart grid et constituent une base de ressource importante.
- Les **institutionnels publics, para-publics et les instituts de recherche** sont également très actifs. L'ADEME a par exemple été mandatée pour gérer les Appel à Manifestation d'Intérêts (AMI) relatifs aux réseaux intelligents et développe en interne une compétence à ce sujet. Le retour des projets AMI permettra d'alimenter les réflexions sur le développement des smart grids. Quant aux instituts de recherche, de nombreuses écoles et universités sont activement impliquées dans la recherche des nouvelles solutions techniques, des études économiques et réglementaires...

### Les utilisateurs finaux

Afin de réussir le projet smart grid sur une échelle territoriale, il est nécessaire d'inclure les utilisateurs finaux dans la concertation. Leur rôle et leur implication est donc crucial durant la phase de cadrage, notamment quand l'acceptation et la participation se révèle un sujet des plus en plus important et que les intérêts du smart grid ou même le fonctionnement reste ambiguë pour l'utilisateur final.



## a) Analyse énergétique du territoire

Avant tout chose, la réalisation d'un état des lieux du territoire est une étape indispensable pour que les projets territoriaux soient adaptés au contexte territorial.

Un projet smart grid peut être réalisé à différentes échelles : à l'échelle du quartier, de la ville ou de l'agglomération ou sur un territoire plus étendu. L'analyse territoriale doit en particulier permettre d'apporter les éléments nécessaires pour décider de l'amplitude territoriale du projet. Elle doit donc être réalisée à l'échelle la plus large (départementale par exemple) et se resserrer sur certains territoires plus réduits engagés ou souhaitant s'engager sur des projets aux spécificités intéressantes (Communes ou Communautés de communes engagées dans une démarche Cit'ergie, territoires à énergie positive, etc.).

- **L'analyse qualitative du territoire**

La qualification du territoire permet de disposer de premiers éléments de caractérisation du terrain :

- Le type des bassins d'emplois : territoires industriels, résidentiel etc.
- La densité relative des différentes zones
- Le niveau d'engagement environnemental des différentes zones (Agendas 21, signature de la Convention des Maires, implication dans des projets énergétiques ou environnementaux ambitieux, grands projets de constructions nouvelles...)
- La qualité du réseau électrique : cette donnée n'est pas facilement accessible par le territoire et cette réflexion n'est guère prise en compte dans les analyses énergétiques actuellement réalisées par les collectivités. Pour ce faire, il faut se rapprocher du gestionnaire du réseau pour identifier les enjeux liés au réseau local.

- **Analyse quantitative du territoire**

En complément de l'analyse qualitative du territoire, un certain nombre de données clés sur le territoire départemental et sur les territoires plus réduits sont nécessaires pour accéder à une bonne photographie du contexte:

- Consommation des différents secteurs consommateurs (résidentiel, tertiaire, industriel...),
- Productions énergétiques (par type d'ENR...) : chaleur, électricité...
- Scénarios de consommation et de production (à réaliser au fil de l'eau en fonction de l'évolution des données disponibles)

Afin de faciliter la collecte de ces données, il faut se rapprocher de l'Observatoire régional de l'Énergie et des Gaz à Effet de Serre : en Île-de-France, c'est le ROSE (Réseau d'Observation Statistique de l'Énergie et des Emissions de Gaz à Effet de Serre) qui construit et diffuse les données à différentes échelles : région, département, agglomération et commune.



## b) Identification des enjeux majeurs et des opportunités

L'analyse des enjeux et des projets du territoire permet d'identifier les besoins du territoire considéré ainsi que les opportunités d'un smart grid pour le territoire :

- **Analyse des enjeux énergétiques propres au territoire**

L'analyse des enjeux du territoire, en lien avec les acteurs du territoire concerné, est un moyen pour repérer les problématiques rencontrées par le territoire, ainsi que les solutions que peut apporter le smart grid au territoire de projet, et d'identifier ainsi les opportunités qu'il présente. L'implication des parties prenantes à ce stade de la préfiguration du projet permet d'impliquer l'ensemble des acteurs dans le projet, d'assurer le partage des constats entre l'ensemble des acteurs et d'assurer une analyse la plus complète et pertinente possible. Il s'agira par exemple de s'interroger sur les enjeux relatifs à la qualité de l'air, à la stabilité du réseau électrique... Il est alors recommandé d'organiser pour cela un premier **atelier de travail** rassemblant les acteurs de l'observation régionale, les acteurs de l'énergie, les collectivités du territoire (si le projet couvre plusieurs collectivités)...

- **Identification et analyse des projets du territoire en réponse à ces enjeux**

De nombreuses solutions ont pu être mises en place pour répondre à ces enjeux : développement des énergies renouvelables, déploiement des véhicules électriques, engagement de politiques de réhabilitation thermique des bâtiments, etc. Ces engagements sont par exemple inscrits dans le SRCAE, les PCET du territoire, etc.

- **Analyse des solutions que le smart grid peut apporter par rapport à ces enjeux et projets**

L'analyse des enjeux et projets territoriaux doit être complétée d'une analyse des apports d'un projet smart grid sur le territoire : celui-ci peut en effet permettre d'apporter une réponse à ces enjeux ou de faciliter la mise en place de ces projets. On interrogera donc :

- Si, et comment, un projet smart grid peut venir en réponse aux enjeux précités : efficacité énergétique, stabilité réseau, précarité énergétique...
- Comment il peut faciliter les projets mis en œuvre ou prévus sur le territoire pour répondre à ces enjeux,
- Quelles synergies il peut avoir avec ceux-ci (par exemple stockage et véhicules électriques...).

### c) Définition du périmètre et du principal objectif d'un projet Smart Grid pour le territoire

Les analyses réalisées précédemment auront permis d'identifier les enjeux territoriaux et les opportunités du déploiement d'un réseau smart grid sur le territoire en réponse à ses enjeux locaux. Cela amène à une première préfiguration du smart grid : définition des objectifs, typologie du smart grid...

- **Définition des objectifs principaux du smart grid en réponse aux besoins identifiés**

L'analyse détaillée des enjeux territoriaux et orientations politiques (en fonction des projets mis en œuvre ou prévus) pour répondre à ces enjeux permettra d'orienter le projet de smart grid, en identifiant les besoins auxquels il doit répondre: Doit-il être axé de façon principale autour des consommateurs (particuliers, tertiaire, collectivités)? Autour de l'intégration des énergies renouvelables à grande échelle ou de moyens de stockage réseau? ... En effet, le projet Smart Grid s'inscrit dans un projet plus large, le territoire intelligent, pour cela il serait intéressant de concevoir le projet dans une vision d'intégration de plusieurs énergies à long terme.

- **Définition de la « typologie » de projet smart grid correspondant à ces besoins**

A partir de ce constat, le projet smart grid peut être orienté vers différentes typologies de projet, en fonction des besoins identifiés. Il peut ainsi s'agir d'orienter le projet vers un ou plusieurs des trois axes suivants :

- Maîtrise de la demande (DR<sup>2</sup>),
- Intégration massive des énergies renouvelables (RES<sup>3</sup>),
- Intégration d'une production locale d'énergies renouvelables (DER<sup>4</sup>)

Il peut être envisagé de combiner certains de ces axes, à différentes échelles. Les projets smart grid sont cependant en général orientés principalement autour de l'un de ces axes (priorité du projet). Il est important que ces options soient définies lors d'un deuxième **atelier de travail**, étant donné que ces choix orientent fortement le projet de smart grid. Il est donc préférable que ces décisions soient concertées et puissent impliquer un maximum de parties prenantes.

- **Sélection du niveau territorial du projet smart grid**

Le niveau territorial du projet est à définir durant cet atelier. Il existe de nombreux exemples de projet à des échelles très différentes : quartier (Issy Grid), ville ou agglomération (Nice Grid) ou plus étendu (Vendée Grid, au niveau départemental). Le choix de l'échelle du projet peut dépendre des enjeux et opportunités locales, du choix de typologie du projet etc.

---

<sup>2</sup> Demand response

<sup>3</sup> Large Scale integration of Renewable Energy

<sup>4</sup> Integration of Distributed Energy Resources

## d) Définition de scénarios Smart Grids

Une fois la typologie du projet smart grid prédéfinie, il est nécessaire d'orienter le projet de façon plus précise en définissant et décrivant les différents scénarios smart grid envisageables.

- **Définition de différents scénarios smart grid possibles dans le périmètre défini précédemment**

A l'aune des orientations définies précédemment, différents scénarios smart grid doivent être proposés. On recommande à ce stade de travailler sur 2 à 3 scénarios de smart grid en co-construction avec l'ensemble des parties prenantes (**troisième atelier de travail**).

Il s'agira de définir, pour chacun de ces scénarios:

- La liste des fonctions du smart grid : pilotage de la consommation, stockage, intégration des ENR...
- Le niveau d'ambition des projets sur ces différentes fonctions (cibles prioritaires...) et préfiguration quantitative du projet : premières estimations chiffrées des objectifs (couverture ENR, capacité d'effacement, part des ménages disposant de capacité d'effacement, capacité de stockage, part des ménages/ industries/ collectivités fortement impliquées sur le projet...)
- Le niveau d'implication des différentes parties prenantes (collectivités, ERDF, RTE, ...)

- **Description de ces scénarios et des conditions nécessaires à leur mise en œuvre**

Il s'agira ensuite d'étayer ces scénarios par des données quantifiées plus précises, de cibler les équipements et actions à mettre en œuvre, de proposer et analyser les modèles de gouvernance, de définir le rôle des différentes parties prenantes etc. Cela permettra d'aboutir à une meilleure vision des différents scénarios, de leurs avantages et limites respectifs, pour faciliter la prise de décision.

On prévoira ainsi de développer les axes concernant :

- Les principaux éléments de description du projet : ordres de grandeur associés (puissance pilotable, puissance ENR installée ...)
- Les équipements spécifiques à déployer pour mettre en œuvre le projet (équipements de pilotage de la demande, bornes de recharge véhicules électriques etc.)
- Les actions à mettre en place pour impliquer l'ensemble des acteurs dans le projet : communication, sensibilisation, offres commerciales...
- Les orientations en termes de gouvernance du projet

Ces différents scénarios seront développés à ce stade à un niveau assez mûr pour pouvoir candidater à des financements (régionaux, nationaux ou européens).

## e) Modélisation des impacts

La modélisation des impacts des différents scénarios peut apporter des éléments supplémentaires de choix entre les scénarios définis. Elle permet par ailleurs d'apporter des éléments de précision et un éclairage complémentaire sur les scénarios, tant en termes d'évaluation énergétique et environnementale des scénarios, de montage financier et répartition des gains ...

- **Construction d'une modélisation du parc de production et de consommation, du réseau, des moyens de flexibilité et des moyens d'ajustement**

La modélisation d'un projet smart grid est axée autour des principaux éléments de description du projet :

- Modélisation de la production d'énergie: production locale d'énergies renouvelables, sources de production flexibles... :
  - Capacités installées,
  - Facteurs d'émission,
  - Courbe de production
  - ...
- Modélisation du parc de consommation : consommation totale du parc sur le territoire, consommation par secteur et par usage
  - Part des ménages du territoire impliqués sur le projet smart grid
  - Courbe de consommation par secteur et par usage
  - Puissance maximale appelée par secteur et par usage
  - Niveau de déploiement des véhicules électriques
  - ...
- Modélisation du réseau local : utilisation de moyens réseaux à faible pertes...
  - Caractéristiques du réseau local : facilitation d'intégration des ENR, lignes basses pertes...
  - ...
- Modélisation des moyens d'ajustement : stockage, effacement, report de consommation...
  - Puissance pilotable pour report
  - Puissance pilotable pour effacement
  - Puissance de stockage et synergies avec production ENR/ demande
  - ...

- **Evaluation économique et environnementale des scénarios**

La modélisation est une première étape nécessaire pour réaliser une évaluation économique et environnementale des différents scénarios. Ces évaluations doivent permettre d'analyser et comparer les différents scénarios proposés sous les angles économiques, énergétiques et environnementaux:

- Pour l'angle économique, il s'agira :
  - D'estimer les investissements nécessaires pour la réalisation des projets
  - D'identifier des montages financiers possibles, à partir de la répartition prévisionnelle des coûts et des gains du projet
  - D'estimer les gains économiques attendus pour les différentes parties prenantes du projet

- Concernant les aspects énergétiques, il s'agira :
  - D'estimer les impacts en termes de consommation et de puissance (si nécessaire sur les différentes périodes du système électrique : extrême pointe, pointe, semi- base, base)
- Concernant les aspects environnementaux, il s'agira prioritairement :
  - D'estimer les impacts en termes d'émissions de gaz à effet de serre

Ces analyses permettront ainsi de chiffrer l'impact des différents scénarios sur ces indicateurs, et ainsi d'évaluer l'intérêt de chacun vis-à-vis des enjeux et besoins du territoire. Ces éléments complémentaires permettront d'orienter le choix de scénario.

- **Evaluation en termes de gouvernance**

Enfin, une analyse en termes de gouvernance permettra de définir les besoins en termes de contrôle, de transparence, de répartition de la valeur etc., afin de permettre un fonctionnement optimal du projet.