

Evolution du gisement de flexibilité : une approche options réelles

Oussama ACCOUCHE, Thibaut VOSLION, Damien PICAULT, Oana IONESCU, Nouredine HADJ-SAID
 Univ. Grenoble Alpes, G2Elab, F-38000 Grenoble, France
 CNRS, G2Elab, F-38000 Grenoble, France

RESUME - Le modèle d'incertitude sur l'évolution du gisement de flexibilité proposé dans cet article s'inscrit dans le cadre du projet GreenLys. L'objectif de ce modèle est de favoriser le déploiement du pilotage de charge. L'aide à la prise de décision concernant les investissements est réalisée grâce à la théorie d'options réelles qui repose sur un ensemble de paramètres d'incertitudes et une flexibilité managériale.

Mots-clés—smart grids, demand response, effacement, options réelles, incertitude, investissement.

1. INTRODUCTION

GreenLys est un démonstrateur smart grid expérimentés dans les villes de Grenoble et Lyon, dont les partenaires sont représentatifs de l'ensemble des acteurs du système électrique français, soutenu financièrement par l'ADEME dans le cadre du premier programme d'Investissement d'Avenir. Son ambition : mettre en œuvre, sur les deux villes tests, le premier démonstrateur grandeur nature de smart grid intégrant le plus large éventail de fonctions avancées de pilotage de réseau et de services au consommateur. Un démonstrateur complet, capable de valider une analyse coûts/bénéfices d'un smart grid en fonctionnement réel, de maîtriser les besoins d'investissement futur, ou encore de réaliser des études de comportements des utilisateurs responsabilisés, les consomm'acteurs.

Dans le cadre du projet GreenLys, des dispositifs intelligents permettant de modifier la consommation électrique via des effacements, appelés Energy Box (EB), sont installées aux points de livraison. L'activation des EB permet de constituer un gisement de flexibilité, un ensemble de charges pouvant être piloté pour réduire leur consommation électrique pour des besoins réseaux et caractérisé par leur puissance effaçable. Le gisement de flexibilité du projet est représenté par la puissance effaçable sur Lyon et Grenoble. Le lien entre puissance effaçable et taux de déploiement d'EB est donc primordial pour évaluer l'évolution du gisement de flexibilité.

Le modèle d'incertitude par les options réelles (OR) développé a pour objectif d'optimiser le déploiement des EB en considérant plusieurs choix d'investissement. Les hypothèses requises pour développer le modèle sont présentés par la suite.

2. HYPOTHESE HYPOTHESES NECESSAIRES AU MODELE

Afin de réaliser une première évaluation de l'incertitude sur l'évolution du gisement de flexibilité, un certain nombre d'hypothèses sont nécessaires :

- Le gisement de flexibilité est calculé grâce au nombre de points de livraison équipés en chauffage électrique et ECS (domaine résidentiel), et HVAC (domaine tertiaire).
- Les parts des consommations résidentielle et tertiaire effaçables lors du gisement maximum, respectivement noté R_r et R_t , sont définies comme suit :

$$R_r = \frac{\max(GdF_r(t))}{CdC(t)} ; R_t = \frac{\max(GdF_t(t))}{CdC(t)}$$

Avec R_r, R_t : Parts des consommations résidentielle et tertiaire effaçables lors du gisement maximum.
 t : L'instant d'occurrence du maximum de puissance effaçable.

$\max(GdF_r(t)), \max(GdF_t(t))$: Les puissances maximum résidentielle et tertiaire effaçables sur l'année.
 $CdC(t)$: La puissance consommée à l'instant t .

Ces définitions permettent de refléter le fait que le gisement maximum de flexibilité (résidentiel ou tertiaire) est une partie de la puissance consommée sur le réseau au même instant. En effet, si le rapport des puissances effaçable sur la puissance consommée est variable dans le temps, il existe un seul instant pour lequel le maximum de puissance effaçable est constaté.

3. MODELISATION OPTION REELLES

Le modèle d'option réelles repose sur les éléments spécifiques suivant : l'incertitude, la flexibilité managériale, et l'irréversibilité [1].

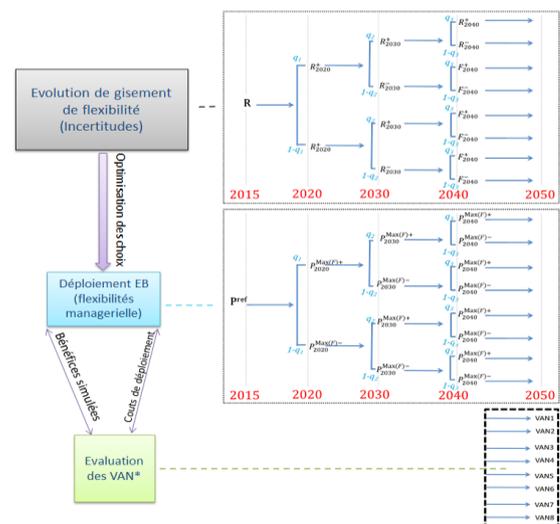


Figure 1: Schéma bloc du modèle OR d'évolution du gisement de flexibilité

Les éléments représentés dans les arbres polynomiaux de la **Fig.1** sont les éléments du modèle OR permettant d'évaluer jusqu'en 2050 toutes les VAN possibles, avec :

$R_{20xx}^{+/-}$: Fonction de transfert, présenté en part de consommation effaçable lors du gisement maximal à l'échéance j de l'année 20xx

P_{20xx}^{Max} : Point sur la fonction de transfert $R_{20xx}^{+/-}$ qui maximise la VAN système à l'échéance j de l'année 20xx.

VAN_i : Valeur actuelle nette de la ligne du temps i

q : Probabilité d'occurrence

La modélisation, représentée **Fig.1** est réalisée en 3 étapes [2]:

- L'évaluation de l'incertitude et l'estimation des probabilités d'occurrence de tous les futurs.
- L'identification des flexibilités managériales
- La valorisation des options réelles

3.1. Incertitude

L'incertitude est un paramètre nécessaire au calcul de VAN, et dont la variabilité est incertaine, ici cette variable est l'évolution du gisement de flexibilité.

Le futur est considéré selon l'évolution de gisement de flexibilité, qui est incertaine. Cette incertitude est modélisée sur l'arbre binomial de la **Fig.1**. Cette incertitude fait qu'à chaque échéance temporelle, plusieurs futurs sont possibles. Un futur possible est caractérisé par sa fonction de transfert R qui est une relation entre le pourcentage des points de livraisons (PdL) équipés en EB et la puissance effaçable associée.

Les paramètres d'incertitude pris en compte du modèle d'OR ont été choisis dans le cadre de projet. Parmi l'ensemble des paramètres considérés, ceux qui ont été retenus sont présentés ci-dessous et ont tous été évalués.

3.1.1. Le type de climat

Trois types de climats sont considérés dans le projet GreenLys : climat doux, central, et rigoureux. Le niveau de consommation de chauffage électrique est directement lié au climat considéré. L'évolution du gisement de flexibilité est donc logiquement liée au climat considéré.

3.1.2. La contractualisation

La contractualisation concerne tout ce qui lie de manière contractuelle un agrégateur de flexibilité à ses sources de flexibilité, donc aux consommateurs (taux de contractualisation, taux de renouvellement, taux de dérogation...).

3.1.3. La segmentation du panel

La segmentation du panel correspond à la façon dont sont recrutés les clients en fonction de leur puissance souscrite. Ainsi, en connaissant le nombre de PdL équipés d'Energy Box et la segmentation des puissances, il est possible d'estimer directement le gisement de flexibilité.

La segmentation a été optimisée dans le cadre du projet GreenLys. Une segmentation supplémentaire est construite en partant du principe que les clients possédant un chauffage électrique sont recrutés de manière aléatoire. De façon logique, il est nécessaire de déployer plus d'Energy Box pour une même puissance appelée lorsque la segmentation n'est pas optimisée.

3.1.4. Effet Cumulée

Les effets des différentes incertitudes retenues sur le gisement de flexibilité sont cumulés d'une part uniquement à la hausse d'autre part uniquement à la baisse pour évaluer les 2 situations incertaines extrêmes. La **Fig.2** montre les 2 fonctions de transfert R^+ et R^- ainsi obtenues dans le domaine résidentiel

en 2030 sur la zone lyonnaise. Ces fonctions de transfert représentent le pourcentage de puissance effaçable en fonction du nombre de PdL équipés en Energy Box. Seuls 29% des foyers étant équipés de chauffage électrique.

Ces 2 fonctions de transfert permettent de créer l'arbre des futurs [3] représenté **Fig.1**.

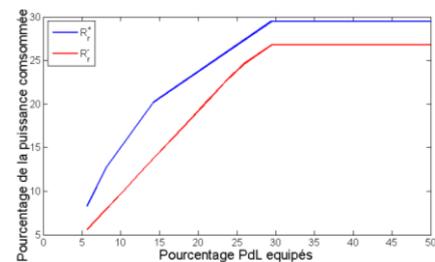


Figure 2: Effets cumulés de l'ensemble des paramètres d'incertitude sur les fonctions de transfert.

3.2. Flexibilité managériale

La flexibilité managériale est un paramètre nécessaire au calcul de VAN dont la variabilité est utilisée comme outils d'aide à la décision. La flexibilité induite dans le management du projet permet ainsi d'optimiser les investissements.

Les Energy Box sont le seul équipement dont le déploiement impacte et est impacté par l'incertitude du gisement de flexibilité dans le cadre du projet Greenlys. Aussi, le déploiement d'EB est considéré dans le modèle OR comme la flexibilité managériale.

Trois déploiements sont considérés à chaque échéance, un déploiement de référence, un déploiement décéléré, et un déploiement accéléré. A chaque échéance et à chaque futur possible le déploiement qui maximise la VAN est choisi.

3.3. Valorisation des options

Compte tenu de l'arbre des futurs lié à l'incertitude, et les options de déploiement d'EB considéré à toutes les échéances, il est possible pour chaque branche d'évaluer l'option qui maximise la VAN. Puis, chaque VAN optimisée peut être comparée à une valeur de référence définie sans modèle d'OR.

4. CONCLUSIONS

La contribution principale de ce travail est donc l'étude du modèle d'aide à la décision en investissement sous incertitude. L'analyse des résultats du modèle d'OR que nous avons proposé permettra la mise en évidence des règles de décision pour optimiser le déploiement d'équipements smart grids pour réaliser la gestion de la demande (demand response). Les résultats de cette étude présenteront les étapes d'un déploiement des energy box optimisé en fonction de critères économiques, environnementales et sociétales, en considérant l'évolution incertaine du gisement de flexibilité.

5. REMERCIEMENTS

Cette partie (facultative) doit être placée entre la conclusion et les références Les auteurs remercient l'ensemble des partenaires du projet GreenLys (www.greenlys.fr) et son partenaire financier l'ADEME (Agence de l'Environnement et de Maitrise de l'Energie) pour avoir rendu ce travail possible.

6. REFERENCES

- [1] D. Pindyck, Investment under uncertainty, New Jersey: Princeton university Press, 1994.
- [2] Neufville, «Real options: Dealing with uncertainty in systems planning and design.» Integrated Assessment, vol. 4, n° 11, pp. 26-34, 2003..
- [3] W. Nauville, «Real Options in Projects,» chez 9th Real Options Annual International Conference, 2005

