



HAL
open science

Quantification du Profit Long Terme d'un Agrégateur sous Comportement Incertain des Agents *

Philippe Coló, Hélène Le Cadre

► **To cite this version:**

Philippe Coló, Hélène Le Cadre. Quantification du Profit Long Terme d'un Agrégateur sous Comportement Incertain des Agents *. ROADEF 2016, Feb 2016, Compiègne, France. hal-01261675

HAL Id: hal-01261675

<https://hal.science/hal-01261675v1>

Submitted on 25 Jan 2016

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Quantification du Profit Long Terme d'un Agrégateur sous Comportement Incertain des Agents *

Philippe Coló¹, Hélène Le Cadre²

¹ HEC Paris, GREGHEC

78351 Jouy-en-Josas, France

{philippe.colo}@ensae-paristech.fr

² ENSTA ParisTech, UMA

91762 Palaiseau, France

{helene.le-cadre}@ensta-paristech.fr

Mots-clés : *Jeux séquentiels, coeur, apprentissage hiérarchique.*

Introduction : Les fournisseurs d'électricité conventionnels se trouvent aujourd'hui concurrencés par de nouveaux acteurs, les agrégateurs. Dans ce contexte concurrentiel, de nouveaux modèles économiques pour la fourniture d'électricité émergent. Citons, à titre d'exemple en France, Enercoop, Grid Pocket, Energy Pool, etc. Notre objectif, dans cette présentation, est de calculer une stratégie de tarification dynamique pour un agrégateur, intégrant un modèle de prédiction probabiliste de la demande des consommateurs puis, de simuler cette stratégie sur une étude de cas.

Le modèle : Soit \mathcal{N} l'ensemble de cardinal N contenant tous les consommateurs. Au sein de cet ensemble, les clients de l'agrégateur appartiennent à une coalition $\mathcal{G}(t) \subset \mathcal{N}$, dont la taille est susceptible de varier au cours du temps. Chaque consommateur a exactement une charge de base (lampes, four, micro-onde, frigo, congélateur, TV, ordinateurs, etc.) qui ne peut pas être décalée dans le temps et plusieurs charges susceptibles d'être décalées dans le temps (véhicule électrique, chauffage, lave vaisselle, machine à laver, etc.). L'effacement qui consiste à mettre en place des contrôles directs ou des mécanismes incitatifs (schémas tarifaires, rabais, etc.) sur les charges décalables est programmé la veille. La veille, chaque client i de l'agrégateur remonte une estimation $\hat{d}_i(t)$ de sa demande (composée d'une partie déterministe : la somme des charges décalables, et d'une partie aléatoire : la charge de base). L'agrégateur se positionne alors comme un agent unique sur le marché de l'électricité, en agrégeant les positions de ses clients. En temps réel, si la consommation totale de ses clients diffère de la valeur estimée la veille, l'agrégateur, et au travers lui ses clients, sont pénalisés sur la base de leurs écarts. Toutefois l'agrégateur peut compenser les positions courtes de ses clients par les positions longues d'autres clients, générant ainsi un profit de couverture $\Pi_C(t)$. Son profit peut être alors obtenu comme la somme de son profit d'activité $\Pi_A(t)$ généré par ses activités classiques de revente d'électricité et de $\Pi_C(t)$.

Préférences intrinsèques des consommateurs : Nous supposons qu'il existe un bruit $\mu_i^*(t) \sim f(\theta_i^*)$ affectant l'évaluation que le consommateur i fait du service proposé par le fournisseur k ¹. L'utilité que le consommateur i associe au fournisseur k s'écrit : $U_i^k(t) = (\omega \mu_i^k(t) - p^k(t)) d(i, t)$ avec $\omega > 0$ le bien-être apporté par une unité de puissance produite, $p^k(t)$ le prix unitaire fixé par le fournisseur k . L'inertie des consommateurs i.e., la tendance naturelle qu'ont les agents à choisir le statut quo est contenue dans un paramètre $\beta \in]0; 1[$. A chaque période t , une proportion $1 - \beta$ de consommateurs est inerte. La demande de l'agrégateur évolue alors suivant l'équation : $\sum_{i \in \mathcal{G}(t)} d_i(t) = (1 - \beta) \sum_{i \in \mathcal{G}(t-1)} d_i(t) + \beta \sum_{i \in \mathcal{N}} d_i(t) \mathbb{P}(U_i^{agg}(t) >$

*Une version plus détaillée est disponible en ligne <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01212800v2/document>

1. k peut faire indistinctivement référence à l'agrégateur ou au fournisseur conventionnel.

$U_i^{ret}(t)$) avec $\mathbb{P}(U_i^{agg}(t) > U_i^{ret}(t)) = F_{\theta_i^{agg}, \theta_i^{ret}}\left(\frac{p^{ret}(t) - p^{agg}(t)}{\omega}\right)$ où $F_{\theta_i^{agg}, \theta_i^{ret}}$ est la fonction de répartition associée à la différence $\mu_i^{ret}(t) - \mu_i^{agg}(t)$. Nous introduisons $p^+(t), p^-(t)$ qui sont les pénalités infligées aux consommateurs en cas de positions longues, courtes.

Jeu séquentiel, stabilité et équité : Chaque fournisseur cherche à maximiser l'espérance de son profit sur le long terme. Pour l'agrégateur : $\max \mathbb{E}\left[\sum_{t=1}^T (\Pi_A(t) + \Pi_C(t))\right]$ sous la contrainte que $0 \leq p^{agg}(t) \leq \bar{p}, \forall t = 1, \dots, T$ où \bar{p} est une borne supérieure sur le prix, et pour le fournisseur conventionnel : $\max \mathbb{E}\left[\sum_{t=1}^T \sum_{i \in \mathcal{N} - \mathcal{G}(t)} p^{ret}(t) d_i(t)\right]$ sous la contrainte que $0 \leq p^{ret}(t) \leq \bar{p}, \forall t = 1, \dots, T$. Nous cherchons ensuite à déterminer si la suite de prix $\{p^{agg}(t)\}_t$ garantit la stabilité de la coalition de l'agrégateur. Pour cela, il nous faut définir un coût pour l'agrégateur : $c(\mathcal{G}(t))$ en se basant sur les résultats obtenus dans [1, 2] et voir comment répartir celui-ci entre les clients de $\mathcal{G}(t)$. Nous définissons un jeu à utilité transférable qui suit un γ -modèle. Par définition, le coeur du jeu comprend toutes les imputations $\{z^{agg}(i, t)\}_{i \in \mathcal{G}(t)}$ telles que : $\sum_{j \in \mathcal{G}(t)} z^{agg}(j, t) = \mathbb{E}[c(\mathcal{G}(t))]$, $z^{agg}(i, t) \leq z^{ret}(i, t), \forall i \in \mathcal{G}(t)$. De plus, toute imputation pour i peut s'exprimer comme une fonction de paramètres du jeu ω, θ_i^k , des estimations des agents $\hat{d}_i(t)$ et des prix des fournisseurs : $z^k(i, t) = -\mathbb{E}[U_i^k(t)], \forall i \in \mathcal{N}$. Sous l'hypothèse que $\epsilon_i \sim \mathcal{N}(0; \sigma_i^2), \forall i \in \mathcal{N}$, nous prouvons que : le jeu n'est pas convexe; le coeur du jeu n'est pas vide ssi $\min_{i \in \mathcal{N}} \{\hat{d}_i(t)\} \geq \frac{1}{N} \frac{p^f(t)}{p^{ret}(t)} \sum_{j \in \mathcal{N}} \hat{d}_j(t) + \frac{1}{N} \frac{p^-(t) - p^+(t)}{p^{ret}(t)} \sqrt{\sum_{j \in \mathcal{N}} \sigma_j^2}$; la valeur de Shapley est dans le coeur ssi $\frac{\hat{d}_i(t)}{\sqrt{\sum_{j \in \mathcal{G}(t)} \sigma_j^2} - \sqrt{\sum_{j \in \mathcal{G}(t) - \{i\}} \sigma_j^2}} \leq \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \frac{p^-(t) - p^+(t)}{p^f(t) + (1 - \text{Card}(\mathcal{G}(t))) p^{ret}(t)}, \forall i \in \mathcal{G}(t)$.

Apprentissage : Pour résoudre notre jeu séquentiel, nous devons prédire la demande de chaque consommateur sur un horizon T . Nous utilisons une méthode d'apprentissage hiérarchique mettant en concurrence trois experts (SVR, réseaux de neurones, regret externe conditionnel). Une simulation de l'évolution des profits des fournisseurs sur deux ans est obtenue (représentée par la Figure 1 (a) pour $\beta = 0.3$ et Figure 1 (b) pour $\beta = 0.9$).

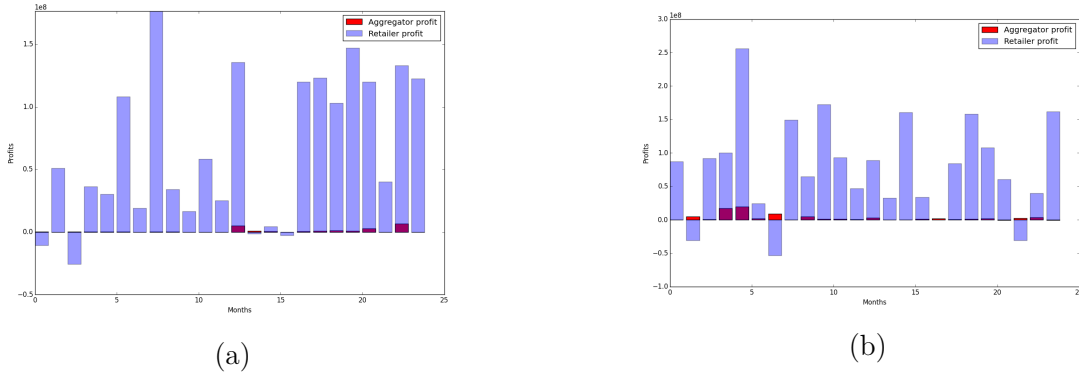


FIG. 1 – Simulation des profits des fournisseurs : (a) $\beta = 0.3$ et (b) $\beta = 0.9$.

Références

- [1] Le Cadre H., Papavasiliou A., Smeers Y., Wind Farm Portfolio Optimization under Network Capacity Constraints, European Journal of Operational Research, volume 241, Issue 2, pages 560-574, 2015
- [2] Vasirani M., Ossowski S., Smart Consumer Load Balancing : State of the Art an an Empirical Evaluation in the Spanish Electricity Market, Artificial Intelligence Revue, volume 39, Issue 1, pages 81-95, 2013