

Une régularisation quadratique pour la tarification de contrats d'électricité

Quentin Jacquet^{1,2}, Wim van Ackooij¹, Clémence Alasseur¹ Stéphane Gaubert²

¹ EDF Lab Saclay, Palaiseau, France

{quentin.jacquet, wim.van-ackooij, clemence.alasseur}@edf.fr

² CMAP, Ecole polytechnique, IP Paris, CNRS, Palaiseau, France

stephane.gaubert@inria.fr

Mots-clés : *optimisation tarifaire bi-niveau, complexe polyédral, probabilités logit*

1 Introduction

On s'intéresse au problème d'optimisation tarifaire dans lequel une compagnie souhaite déterminer le juste prix d'une gamme de produits (ou contrats), tout en considérant que la population fait ses choix de façon rationnelle, c'est-à-dire en maximisant une fonction d'utilité basée sur le prix et sur les préférences de chaque individu. Deux types de modèles se distinguent dans la littérature : le modèle peut tout d'abord être vu comme un problème bi-niveau déterministe, où chaque individu choisit le contrat maximisant son utilité (niveau bas), voir par exemple [2]. Dans ce cadre, des transformations usuelles permettent d'aboutir à une formulation linéaire sous contraintes de complémentarité, et de nombreux algorithmes peuvent être utilisés (entre autres, les outils de programmation en variables mixtes). Cependant, cette formulation s'avère être peu réaliste pour notre domaine d'application, car les consommateurs étant agrégés selon des segments de clients, leur choix est davantage décrit par une probabilité continue que par une décision binaire. Dans la littérature, cette question a été adressée à travers des modèles multinomiaux [4]. Ceux-ci ont l'avantage du réalisme mais deviennent rapidement difficiles à mettre en œuvre (programmation non linéaire non convexe).

2 Contribution

On présente ici un nouveau modèle, introduisant une régularisation quadratique dans le comportement des individus, leur permettant ainsi de probabiliser leur décision (choix réparti sur les principaux contrats maximisant leur utilité). Nous montrons alors que la réponse des individus se représente par un complexe polyédral dans l'espace des prix, généralisant le résultat de Baldwin and Klemperer [1].

Fig. 1 représente ce complexe sur un exemple simple : prenons le cas d'une firme proposant deux contrats. Les clients peuvent alors choisir un de ces contrats, ou bien choisir la concurrence. Dans une modélisation déterministe, seuls ces trois réponses sont possibles (choix purs), dessinant ainsi des zones de prix (*cellules*) où ces décisions sont effectivement prises. Désormais, la régularisation laisse apparaître d'autres zones de prix (en gris) où la réponse des clients est un mixte entre plusieurs choix purs.

D'un point de vue algorithmique, nous nous appuyons sur ce complexe polyédral pour développer une heuristique. Nous montrons notamment le théorème suivant :

Théorème 1 (Décomposition du profit) *La fonction de profit est continue. De plus, elle est concave sur chaque cellule du complexe.*

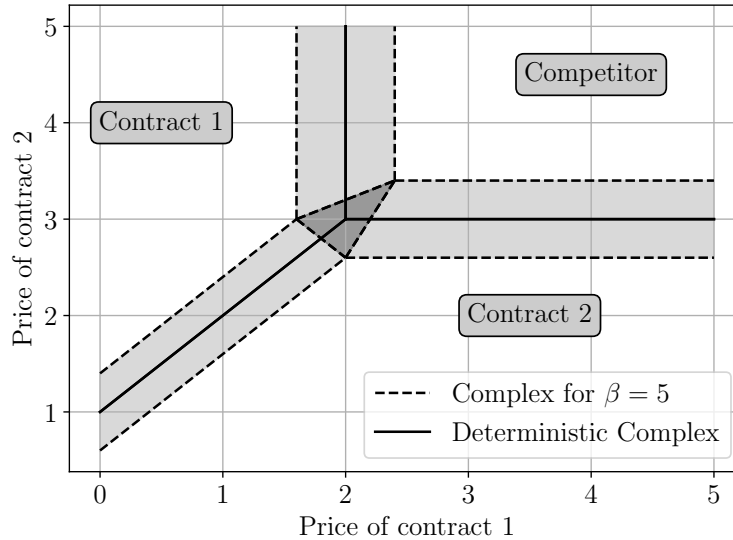


FIG. 1 – Complexe polyédral sur un exemple simple

Sur chacune des cellules, le problème de maximisation du profit est alors “facile”, ce qui ouvre la voie à des techniques d’énumération des cellules dans le but de trouver l’optimum.

On mène enfin un travail numérique pour comparer notre heuristique à d’autres méthodes classiques pour des problèmes sous contraintes de complémentarité (solveurs non linéaires, résolution black-box). Sur des instances générées à partir d’un simulateur de profils de clients, l’heuristique trouve en un temps raisonnable des solutions à moins de 3% de la valeur optimale.

3 Conclusions et perspectives

Nous présentons le problème de tarification que doit résoudre un fournisseur d’électricité au moment de déterminer le prix de ses offres. Nous introduisons alors une régularisation quadratique dans le modèle bi-niveau, que nous réinterprétons comme un choix probabilisé des clients. A travers les résultats numériques, le modèle apparaît comme étant non seulement réaliste mais aussi soluble pour des tailles d’instances conséquentes.

Dans la suite, nous étendrons le modèle en rajoutant des coûts de changement dans la fonction d’utilité des individus, menant à un jeu dynamique.

Nous renvoyons à la prépublication [3] pour plus de détails.

Références

- [1] Elizabeth BALDWIN et Paul KLEMPERER. “Understanding preferences : “demand types”, and the existence of equilibrium with indivisibilities”. In : *Econometrica* 87.3 (2019), p. 867-932.
- [2] Cristina G FERNANDES et al. “The envy-free pricing problem, unit-demand markets and connections with the network pricing problem”. In : *Discrete Optimization* 22 (2016), p. 141-161.
- [3] Quentin JACQUET et al. *A Quadratic Regularization for the Multi-Attribute Unit-Demand Envy-Free Pricing Problem*. 2021. arXiv : 2110.02765 [math.OC].
- [4] Hongmin LI et al. “Product-Line Pricing Under Discrete Mixed Multinomial Logit Demand”. In : *Manuf. Serv. Oper. Manag.* 21 (2019), p. 14-28.