

# Modélisation des équilibres offre/demande sur les marchés de gaz naturel

Guillaume Erbs<sup>1</sup>

GDF SUEZ, Direction de la Recherche et de l'Innovation  
361 avenue du Président Wilson, 93211 Saint-Denis La Plaine, France  
guillaume.erbs@gdfsuez.com

**Mots-Clés** : *gaz naturel, équilibre offre/demande, théorie des jeux, problème de complémentarité*

## 1 Introduction

La formation de l'équilibre entre l'offre et la demande (et en particulier des prix) sur la chaîne de valeur du gaz naturel est fortement influencée par les infrastructures ainsi que par les stratégies poursuivies par chacun des acteurs. De manière à anticiper des évolutions possibles des marchés gaziers, bien comprendre ces influences revêt un caractère stratégique.

Gabriel et Smeers [5], Egging et al. [3, 2] et Zwart et Mulder [6] proposent des modèles de théorie des jeux permettant d'appréhender les stratégies individuelles des acteurs de la chaîne gazière et de déterminer un équilibre entre l'offre et la demande. Nous proposons un modèle inspiré de leurs travaux, représentant les acteurs importants de la chaîne gazière et la façon dont ils interagissent. Ce modèle peut être utilisé pour analyser les conséquences de scénarios particuliers pouvant survenir à l'avenir.

## 2 La chaîne gazière et ses acteurs

La chaîne gazière est l'ensemble des maillons qu'une molécule de gaz naturel traverse entre sa production et son utilisation par le client final. A chacun de ces maillons, des entreprises sont en concurrence pour fournir le gaz aux entreprises du maillon suivant, jusqu'aux consommateurs finaux. Chacune applique sa propre stratégie et s'adapte aux stratégies de ses concurrents et de ses fournisseurs.

Dans ces travaux, nous considérons les acteurs suivants dans la chaîne gazière :

- producteurs : en amont, ils extraient le gaz du sous-sol ;
- liquéfacteurs : ils opèrent des usines de liquéfaction de gaz ;
- traders : ce sont les filiales commercialisatrices d'un producteur ou d'un liquéfacteur ;
- opérateurs de stockages : ils gèrent des infrastructures de stockage ;
- opérateurs de réseaux de transport : ils gèrent des infrastructures de transport de gaz ;
- opérateurs de terminaux méthaniers : ils gèrent des terminaux méthaniers ;
- commercialisateurs : ils représentent l'aval de la chaîne gazière et la demande finale de gaz naturel.

Chacun de ces acteurs poursuit son propre objectif et est soumis à ses propres contraintes opérationnelles. Certains acteurs possèdent aussi un pouvoir de marché sur les autres. Les acteurs interagissent entre eux en se vendant du gaz ou un service (stockage, transport ou regazéification). La quantité de ces échanges détermine un prix de marché entre chaque acteur de la chaîne.

### 3 Modélisation des acteurs et calcul de l'équilibre offre/demande

Chacun des acteurs décrit dans la section précédente peut être modélisé par un programme mathématique, que nous supposons convexe. Les conditions d'équilibre du marché sont données par des équations définissant les échanges de quantités entre chacun des acteurs. L'équilibre entre l'offre et la demande est calculé par l'optimisation simultanée de la stratégie de chacun des acteurs, ce qui implique de sortir du cadre de la programmation mathématique.

En écrivant les conditions de Karush-Kuhn-Tucker de chacun de ces programmes mathématiques, auxquelles on ajoute les conditions d'équilibre du marché, nous obtenons un problème de complémentarité mixte [4]. Ce type de problème est en général difficile à résoudre. Nous utilisons dans la suite le solveur Path [1], sur des instances dont la taille permet de les résoudre en temps raisonnable.

### 4 Exemple d'application : rupture d'une canalisation

Nous étudions l'approvisionnement du Royaume-Uni et sa sensibilité aux canalisations desservant ce marché. Le Royaume-Uni est approvisionné par des canalisations provenant de Norvège, des Pays-Bas et de Belgique. Le pays possède peu de capacités de stockage en regard de sa consommation annuelle de gaz naturel. A l'aide du modèle, nous étudions comment une rupture d'une canalisation influence les flux de gaz, la consommation et les prix.

## Références

- [1] S. P. Dirkse and M. C. Ferris. The PATH solver : A non-monotone stabilization scheme for mixed complementarity problems. *Optimization Methods and Software*, 5(2) :123–156, 1995.
- [2] R. Egging and S. A. Gabriel. Examining market power in the European natural gas market. *Energy Policy*, 34(17) :2762–2778, 2006.
- [3] R. Egging, S. A. Gabriel, F. Holz, and J. Zhuang. A complementarity model for the European natural gas market. *Energy Policy*, 36(7) :2385–2414, 2008.
- [4] M. C. Ferris and C. Kanzow. Complementarity and related problems : A survey. In P. M. Pardalos and M. G. C. Resende, editors, *Handbook of Applied Optimization*, pages 514–530. Oxford University Press, New York, 2002.
- [5] S. A. Gabriel and Y. Smeers. Complementarity problems in restructured natural gas markets. In A. Seeger, editor, *Recent Advances in Optimization*, volume 563 of *Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems*. Springer, Berlin Heidelberg, 2006.
- [6] G. Zwart and M. Mulder. NATGAS - A model of the European natural gas market. Technical report, CPB Netherlands Bureau for Economic Policy Analysis, 2006.