

Modèle d'équilibrage de réseau gazier

Fabrice Chauvet¹, Anthony Moisan¹

GDF SUEZ ; Direction Recherche et Innovation ; 361, avenue du Président Wilson B.P. 33, F-93211
Saint-Denis La Plaine, France
{fabrice.chauvet, anthony.moisan}@gdfsuez.com

Mots-Clés : *modèle, équilibrage, réseau*

1 Un plan d'acheminement équilibré

Nous recherchons à déterminer un plan d'acheminement de gaz. Les sources (contrat d'approvisionnement, zone de stockage...) sont caractérisées par la quantité de gaz disponible et le coût unitaire d'utilisation du gaz disponible. Les destinations du gaz sont des zones de consommation caractérisées par la quantité attendue. Le réseau de transport depuis les sources aux destinations est limité par les capacités des arcs du réseau. Un coût de transport (par unité de gaz) transporté peut être imposé. Le plan d'acheminement doit permettre d'assurer la livraison du gaz à toutes les zones de consommation à moindre coût en respectant les capacités de transport et les quantités disponibles. En plus d'être à coût minimal, nous recherchons un plan d'acheminement équilibré, c'est-à-dire tel que tout consommateur soit servi en proportion identique par rapport aux différentes sources. Cette équité traduit un marché économique où les conditions d'accès au marché sont identiques pour tous les consommateurs : sans discrimination, sans pouvoir de marché, sans distorsion de concurrence... L'intérêt de cet équilibre est de fournir une répartition des flux et des coûts efficace d'un point de vue économique.

2 Modèle d'équilibre

L'approche usuelle pour équilibrer un réseau se fait en deux étapes :

1. dans une première étape, on optimise un critère donné C1 ;
2. dans une seconde étape, on équilibre sans modifier la valeur du critère C1 obtenue à la première étape.

L'équilibre est déterminé en minimisant la moyenne des composantes à équilibrer, ou l'écart-type, ou encore la somme des carrés de ces composantes. Les défauts d'une telle approche tiennent aux caractéristiques du critère d'équilibrage utilisé dans la 2ème étape : les solutions sont peu discriminées, des compensations entre les composantes des solutions apparaissent, les résultats sont souvent difficilement interprétables... Nous proposons une approche axiomatique : elle consiste à caractériser l'équilibre que l'on recherche dans la 2ème étape. Nous cherchons un minimum équilibré défini tel que ses composantes ne peuvent être diminuées sans augmenter une autre composante d'une valeur plus importante. Les composantes de notre plan d'acheminement sont la proportion du flux $p(s, n)$ issu d'une source s circulant dans un nœud n . La propriété d'équilibre assure d'obtenir une répartition des

flux proportionnellement égale pour chaque consommateur si elle existe (sans augmenter inutilement les flux entre source et destination), et une solution où les écarts sont les plus petits possible sinon.

3 Propriétés

Nous montrons que :

- comme l'espace des solutions est non vide, fermé et borné, alors il existe un minimum équilibré qui se trouve à la frontière de l'espace des solutions et qui peut être déterminé par la résolution successive de problèmes d'optimisation,
- comme l'espace des solutions est convexe, alors le minimum équilibré est unique et peut être trouvé en temps polynomial,
- le minimum équilibré est insensible aux effets d'échelle sur les quantités disponibles et les coûts : une augmentation proportionnelle soit des quantités disponibles, soit des coûts unitaires, ne modifie pas la proportion de la solution équilibrée,
- si la recherche du minimum équilibré est appliquée successivement sur les sources de coût unitaire croissant, elle permet d'obtenir la solution de Shapley [1] proposée pour la répartition de coûts : la permutation des sources et destination ne modifie pas la solution, la répartition des coûts permet de reconstituer le coût total, le coût supporté par un consommateur vaut au coût marginal moyen.

Références

- [1] L. S. Shapley, " A Value for n-Person Games ", in H. Kuhn and A. Tucker (Eds.), Contribution to the Theory of Games, vol. II, Princeton, 1953, pp. 303-317