

# Optimisation stratégique de la supply chain de gaz naturel liquéfié (GNL) pour ENGIE

Clément Pajean<sup>1</sup>, Romain Megel<sup>1</sup>, Thierry Benoist<sup>1</sup>, Michel Ben Belgacem<sup>2</sup>, Delphine Leblanc<sup>2</sup>,  
Frédéric Legrand<sup>2</sup>, Sławomir Pietrasz<sup>2</sup>

<sup>1</sup> LocalSolver

264 rue du Faubourg-Saint-Honoré, 75008 Paris, France  
{cpajean, rmegel, tbenoist}@localsolver.com

<sup>2</sup> ENGIE Lab CRIGEN, 361 Avenue du Président Wilson, 93200 Saint-Denis  
{slawomir.pietrasz}@engie.com

**Mots-clés :** *tournées de véhicules, énergie, gaz naturel liquéfié (GNL), supply chain, dimensionnement, optimisation non-linéaire en variables mixtes, application de la RO, logiciel.*

## 1 Introduction

ENGIE est le troisième acteur mondial dans le secteur de l'énergie et le leader européen dans le transport et le stockage de gaz naturel liquéfié (GNL). Rattaché à la Direction Recherche & Technologies, le ENGIE Lab CRIGEN est le centre de recherche et d'expertise opérationnelle dédié aux métiers du gaz, aux énergies nouvelles et aux technologies émergentes. Ses activités couvrent, entre autres, la performance opérationnelle et l'optimisation des actifs dans le GNL. Son expertise y est sollicitée pour répondre notamment aux appels d'offres d'ouverture de nouvelles lignes de distribution de gaz naturel liquéfié. A ce titre, le centre de recherche a conçu un outil d'aide à la décision pour l'assister dans la conception de tels appels d'offres.

## 2 Supply chain de GNL

La chaîne d'approvisionnement de GNL est constituée de sources auprès desquelles les méthaniers viennent périodiquement s'approvisionner pour ensuite effectuer leur tournée de distribution auprès de clients ou bien de hubs, où d'autres méthaniers peuvent venir s'approvisionner. Afin de répondre à ce type d'appel d'offres, il est important de connaître le coût global engendré par la construction et l'exploitation sur plusieurs années de la chaîne d'approvisionnement. Les méthaniers sont construits sur-mesure et leur coût de construction élevé constitue une partie très importante du coût global. Il faut par conséquent les dimensionner précisément pour assurer des livraisons de GNL robustes aux aléas sans pour autant les sur-dimensionner. A ces coûts de construction s'ajoutent aussi les coûts d'exploitation des navires (propulsion, frais de port, entretien, etc.). Mais les méthaniers ne participent pas seuls au chiffre d'une chaîne d'approvisionnement : il faut aussi compter les coûts de construction et d'exploitation des stockages à installer auprès des hubs et des clients pour assurer l'approvisionnement journalier qui va répondre à leur demande en gaz. Le dimensionnement de ces stockages est donc à effectuer avec celui des méthaniers et de leurs tournées : une tournée peu fréquente impliquera un méthanier très gros et beaucoup de stockage,

alors que plusieurs plus petits méthaniers plus fréquents permettent un stockage plus faible, mais peut-être un investissement plus important pour la construction des navires.

### 3 Résolution par LocalSolver

Dans cet exposé, nous montrerons comment utiliser LocalSolver [1] pour résoudre ce problème. Les variables de type « liste » permettent de modéliser naturellement les tournées de méthaniers qui constituent le cœur de ce problème. La valeur de ces variables de décision n'est pas un nombre mais une *collection* de nombres, qui représente la séquence des visites de chaque méthanier. Les autres quantités participant au modèle (stockage, taille des méthaniers, etc.) se déduisent des tournées et se modélisent aisément grâce à la richesse du formalisme de LocalSolver, sans nécessité de les linéariser.

Nous présenterons enfin le logiciel de dimensionnement de la « supply chain » de GNL conjointement développé avec les experts du CRIGEN pour ENGIE. Il s'appuie sur le modèle LocalSolver et fournit rapidement des solutions de très bonne qualité, que l'utilisateur peut retoucher manuellement pour les adapter ou pour tester d'autres configurations.

### Références

- [1] F. Gardi, T. Benoist, J. Darlay, B. Estellon, R. Megel (2014). Mathematical Programming Solver based on Local Search. FOCUS Series in Computer Engineering, ISTE Wiley, 112 pages. <http://www.localsolver.com>