

Simulateur pour la gestion intra-mensuelle des opérations d'un terminal méthanier

Slawomir Pietrasz¹, Estelle Barranger²

¹ ENGIE Lab CRIGEN, 93240 Stains, France
slawomir.pietrasz@engie.com

² ELENKY, 92270 Bois-Colombes, France
estelle.barranger@elengy.com

Mots-clés : *multi-objectif, processus d'optimisation, terminal méthanier.*

1 Introduction

Elengy [1] détient et exploite en France trois terminaux méthaniers. Expert du gaz naturel liquéfié (GNL), Elengy établit des programmes d'opérations de ses clients expéditeurs sur chacun des terminaux. Pour gérer les perturbations intra-mensuelles des opérations sur le terminal, Elengy dispose d'un simulateur basé sur la programmation linéaire qui détermine la faisabilité d'une opération et le profil d'émission associé sur le réseau de transport de gaz.

2 Approche multi-objectif des déchargements sur un terminal méthanier

2.1 Infrastructure industrielle : du navire au réseau en passant par un réservoir

Un terminal méthanier (voir Figure 1) accueille sur son appontement les navires qui transportent une cargaison de gaz naturel liquéfié (GNL). Ce GNL est stocké dans un réservoir avant d'être regazéifié puis émis sur le réseau de transport de GRTgaz [2]. Chaque mois, l'opérateur notifie un programme mensuel à ses clients expéditeurs précisant la date des opérations (déchargement, rechargement) et les émissions quotidiennes sur le réseau de transport de GRTgaz. Pour offrir de la flexibilité intra-mensuelle à ses clients, Elengy s'est doté d'un simulateur qui optimise les reprogrammations. Ces modifications portent sur le volume de la cargaison, la date de déchargement ou bien le volume d'émission maximal acceptable sur le réseau de transport de gaz.

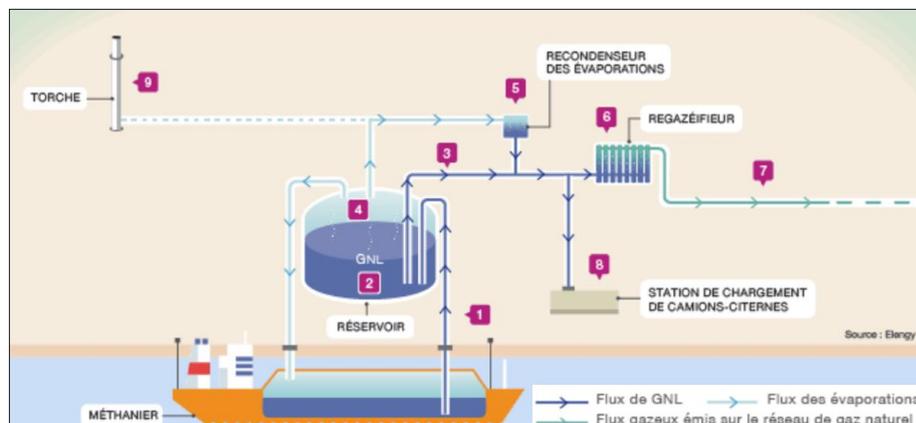


FIG. 1 – Fonctionnement d'un terminal méthanier

2.2 Garantir une solution réalisable en relaxant les contraintes selon l'objectif

Lorsqu'en cours de mois, un client demande la faisabilité d'un déchargement sur un terminal, Elengy vérifie si cette opération respecte à la fois les contraintes physiques (dures) et les contraintes contractuelles (ajustables). La solution doit respecter les stocks minimaux et maximaux techniques journaliers du terminal, les valeurs maximales d'émission sur le réseau, la disponibilité des appointements. Les émissions peuvent être anticipées mais les émissions contractuelles des autres clients ne doivent pas être modifiées. Les émissions physiques du terminal respectent les limites physiques de l'infrastructure.

Si la demande est réalisable, le client peut souscrire ce déchargement supplémentaire.

Si la demande n'est pas réalisable, au moins l'une des contraintes ajustables a été transgressée. Selon la stratégie choisie, le modèle mathématique calcule une solution réalisable en relaxant le volume de déchargement, le volume des émissions sur le réseau de transport ou bien la date de déchargement.

2.3 Programmation linéaire, dichotomie et pondération des contraintes

La traduction naturelle du problème de déchargement supplémentaire en modèle mathématique conduit à un modèle d'optimisation multi-périodes mixte non-linéaire. L'approche retenue ici consiste à écrire un problème multi-période linéaire utilisé comme oracle. Dans ce programme les paramètres du modèle sont déterminés par dichotomie. Ainsi sont traitées les bornes supérieures et inférieures des contraintes ajustables. L'oracle calculant l'état du système est appelé à de nombreuses reprises. Une solution réalisable est déterminée pour chacune des variables de décision (volume de la cargaison, quantité d'émission, date de livraison) apportant de la flexibilité au client.

Le problème multi-objectif est traité séquentiellement selon l'ordre de priorité choisi par le client. Les composantes « cargaison, émission, date » de la demande du client sont ainsi traitées tantôt comme un paramètre du modèle (contrainte), tantôt comme une variable de décision.

L'objectif du problème est non seulement de trouver une solution réalisable mais aussi que celle-ci ait le profil d'émission le plus uniforme et le plus bas possible. L'écart entre la valeur maximale et minimale des émissions journalières doit être la plus faible possible. Le stock cible de fin de mois peut être relaxé dans des proportions acceptables. Enfin les émissions du terminal peuvent être augmentées volontairement avant l'arrivée de la cargaison supplémentaire, dans des limites prédéfinies. Le calcul de telles solutions passe quant à lui par une pondération des contraintes de bornes et la minimisation des variables d'écart par rapport à la solution idéale de référence calculée sans contraintes physiques.

3 Conclusions et perspectives

L'outil de simulation permet de vérifier la faisabilité de déchargements supplémentaires en cours de mois pour des clients déjà programmés ou pour de nouveaux clients. Si l'opération supplémentaire n'est pas directement réalisable, l'outil propose des solutions proches de la demande initiale du client, ce qui est commercialement appréciable pour le client.

Après validation de la méthodologie et des solutions proposées algorithmiquement par les experts Elengy, une prochaine étape consistera à développer le service de simulation pour prendre en compte les opérations de rechargement ou les impacts sur l'émission de l'annulation d'une opération en cours de mois.

Références

[1] Elengy : pionnier de la filière GNL, <https://www.elengy.com>

[2] GRTgaz, gestionnaire du réseau de transport de gaz naturel, <https://www.grtgaz.com/>