

Planification du pompage dans un réseau d'eau potable

Projet d'optimisation MINLP – Réseau 4 Tanks

Flavien BAZON

13 février 2026

1 Modèles implémentés (à revoirifier le tableau et ajouter ;e customer-network, aussi les options ...)

Modèle	Type	Convexité	Variables
MINLP complet	Quadratique	Non-convexe	Mixte (binaires + continues)
Sans pression	Linéaire	Convexe	Mixte (binaires + continues)
Relaxation convexe	Quadratique	Convexe	Mixte (binaires + continues)

TABLE 1 – Typologie des trois modèles implémentés

MINLP complet : Modèle avec toutes les contraintes hydrauliques, incluant les pertes de charge quadratiques et les contraintes bilinéaires $h(s,t) \cdot x(k,t)$ pour le gain de charge des pompes.

Sans pression : Relaxation où les contraintes de charge hydraulique sont supprimées. Seules restent les contraintes de conservation de débit et d'équilibre des réservoirs.

Relaxation convexe : Les contraintes non-convexes (égalités bilinéaires) sont remplacées par des inégalités convexes.

Modèles implémentés pour le 4WT et le customer network

2 Résultats numériques

2.1 Démarche et première analyse

J'ai d'abord testé le modèle 4Tanks MINLP complet en résolvant avec BARON sur le serveur ECOS, sur la 2e run j'ai rajouté une limite de temps de 300s pour comparer avec les résultats du tableau de référence. Les résultats obtenus sur ces 2 runs sont dans le tableau ci-dessous.

Description BARON branch and bound

Essayons maintenant avec DICOPT, en limitant à 300s pour comparer avec la référence, on obtient :

Run	Coût (€)	Borne inf. (€)	Temps (s)
BARON (8h)	11.0006	9.8446	28 902
BARON (300s)	11.4363	9.8446	300
DICOPT (300s)	9.9833	9.903047	300
Référence	11.28	–	300

TABLE 2 – Résultats des trois exécutions BARON sur le modèle MINLP complet

2.2 Tableau

Pour le 4 tanks :

Modèle	Solveur	Coût (€)	Borne inf.	Gap (%)	Temps (s)	Itérations
MINLP complet	DICOPT	—	8.59	—	>9h	Échec mémoire
MINLP complet	BARON	À compléter				
Sans pression	CPLEX	À compléter				
Relax. convexe	DICOPT	À compléter				
<i>Référence (sujet)</i>		11.28 / 9.73 / 10.99	—	—	300 / 30 / 60	—

TABLE 3 – Résultats obtenus pour le réseau 4 Tanks

Pour le customer network

3 Analyse et discussion

3.1 Difficultés rencontrées

Le modèle MINLP complet présente des contraintes bilinéaires de la forme $h(s, t) \cdot x(k, t)$ qui rendent le problème fortement non-convexe. Avec DICOPT/CPLEX, le solveur MIP a exploré plus de 350 millions de noeuds avant d'épuiser la mémoire disponible.

[À compléter : autres difficultés rencontrées]

3.2 Comparaison des modèles

[À compléter : comparer les coûts obtenus, qualité des solutions, temps de calcul]

La relaxation “sans pression” donne une borne inférieure sur le coût optimal mais la solution n'est pas nécessairement réalisable hydrauliquement. La relaxation convexe offre un bon compromis entre qualité de solution et temps de calcul.

3.3 Pistes d'amélioration

- Utiliser des coupes de McCormick pour linéariser les termes bilinéaires
- Tester des solveurs globaux (BARON, SCIP) avec des options de prétraitement
- Implémenter une heuristique de réparation à partir de la solution relaxée
- Réduire la symétrie entre les pompes identiques (contraintes de symétrie-breaking)

Conclusion

[À compléter : résumer les principaux résultats et conclusions]

Références

- [1] G. Bonvin, S. Demassey, C. Le Pape, V. Mazauric, N. Maïzi, A. Samperio (2017). A convex mathematical program for pump scheduling in a class of branched water networks, *Applied Energy*, 185(2), 1702-1711.