

# Large scale Optimal Power Flows : the ARPA-E Grid Optimization challenge

Richard Waltz<sup>1</sup>, Alexandre Marié<sup>1</sup>, Maxime Dufour<sup>1</sup>

Artelys

{richard.waltz, alexandre.marie, maxime.dufour}@artelys.com

**Mots-clés** : *SCOPF, AC Power Flow, MINLP*

## 1 Introduction

Après avoir figuré, en 2019, parmi les finalistes d'un premier challenge d'optimisation de réseau électrique organisé par l'ARPA-E, l'équipe NU\_Columbia\_Artelys, a remporté le deuxième prix du second challenge en développant une méthodologie construite autour du solveur d'optimisation non linéaire Artelys Knitro.

## 2 Challenges d'optimisation de réseau électrique ARPA-E

Organisée par l'ARPA-E [1], la compétition Grid Optimization (GO) comprend une série de défis visant à développer des solutions de gestion logicielle pour résoudre des **problèmes sur des réseaux électriques**. Le concours consiste à développer et à tester des algorithmes d'optimisation et de contrôle de réseau électrique sur une série de modèles de réseaux synthétiques et réels. Le réseau électrique américain utilise différentes sources de production pour fournir le pays en électricité. Face à une augmentation de la demande et à la diversification des sources d'énergies renouvelables, le réseau devient plus difficile à gérer et nécessite des solutions d'optimisation performantes. Des milliards de dollars d'économies par an sont possibles grâce à des améliorations logicielles qui permettraient d'optimiser le fonctionnement du réseau électrique américain. La compétition a donc pour but de créer un réseau électrique américain plus fiable, plus résilient et plus sûr.

L'évènement « GO competition » [2] a été lancé en 2018 avec un premier défi axé sur la répartition optimale de flux sous contrainte de sécurité (SCOPF). Le deuxième challenge portait sur la topologie des problèmes d'optimisation. ARPA-E a invité les participants à proposer de nouvelles façons de rendre le réseau plus agile et plus sûr. Cette deuxième phase s'est articulée autour du problème SCOPF, en ajoutant des prises de transformateurs ajustables, des transformateurs déphaseurs, des shunts commutables, une demande réactive aux prix, des générateurs et des charges soumis à des contraintes de rampe et un engagement d'unité à démarrage rapide. L'objectif du Challenge 2 était de maximiser le surplus socio-économique pour un réseau donné.

## 3 La solution gagnante de l'équipe Artelys

L'équipe NU\_Columbia\_Artelys, guidée par Richard Waltz, scientifique chevronné à Artelys, a terminé deuxième en utilisant une solution logicielle construite autour du solveur d'optimisation non linéaire Artelys Knitro [3]. Ils ont développé une méthode innovante pour résoudre les problèmes d'optimisation des flux d'énergie, ainsi que des algorithmes pour évaluer le défi central qui sous-tend tous les outils de planification et d'exploitation des réseaux.

Les plus grands réseaux de la compétition impliquaient plus de 30 000 bus, ce qui donne lieu à un problème d'optimisation non linéaire, non convexe et mixte, rassemblant des millions de variables et de contraintes qui devaient être traitées en quelques minutes. En outre, ces problèmes impliquent des milliers de scénarios de contingence qui doivent être résolus en quelques secondes pour garantir la fiabilité du réseau électrique en cas de panne inattendue d'une ligne ou d'un générateur.

L'équipe Artelys a mis au point une approche heuristique performante pour simplifier et réduire la taille du problème d'optimisation en déterminant comment configurer certains composants du réseau représentant d'importantes décisions indépendantes, comme par exemple, décider quels générateurs doivent être allumés. Le solveur d'optimisation Artelys Knitro a ensuite été déployé pour optimiser rapidement et de manière fiable le reste du réseau.

## Références

- [1] <https://arpa-e.energy.gov/>
- [2] <https://gocompetition.energy.gov/>
- [3] Richard H. Byrd, Jorge Nocedal and Richard A. Waltz *Knitro : An integrated package for nonlinear optimization*. Large-scale nonlinear optimization. Springer, Boston, MA, 2006. 35-59.