

SUJET DE STAGE

Optimisation robuste du câblage dans les parcs d'énergie renouvelable (un problème de Steiner généralisé dans un graphe)

Domaine de recherche

Recherche Opérationnelle-Optimisation Combinatoire.

Plus précisément: Programmation Mathématique, Graphes, Robustesse.

Application aux énergies nouvelles

Stage proposé dans le cadre d'un projet PGMO <http://www.fondation-hadamard.fr/fr/PGMO>

Sujet: présentation générale

Le développement des nouvelles énergies (éolienne, solaire,...) fait surgir de nombreux problèmes complexes d'optimisation: quel type d'éoliennes faut-il utiliser et où les placer de façon à être le plus efficace possible tout en ayant un coût minimal ? Comment répartir des capteurs photovoltaïques? Comment organiser le routage des câbles utilisés pour la collecte et la distribution de l'énergie ? ...

Les études qui sont menées actuellement sur l'optimisation des smart grids considèrent le plus souvent des modèles continus ou utilisent une approche de résolution par simulation. Or, la plupart des problèmes ont des composantes entières: on n'installe pas un "morceau" d'éolienne ou de capteurs, on ne route pas une fraction de câbles. Cet aspect discret a été peu étudié malgré les importants enjeux économiques et écologiques.

Nous nous intéressons ici au routage des câbles permettant de collecter l'énergie produite dans un parc de production d'électricité hybride: il s'agit de déterminer le type de câbles à utiliser, le placement des équipements intermédiaires de raccordement et le routage des câbles, permettant de minimiser le coût total de l'installation de collecte. La solution devra prendre en compte la durée de vie et la maintenance du réseau. Après avoir mené l'étude dans un contexte déterministe, il faudra proposer une solution robuste en cas d'incertitude des données.

Dans un premier temps nous considérerons la collecte de l'électricité produite par un parc d'éoliennes. Le problème à résoudre est en fait la généralisation d'un problème connu en théorie des graphes: le problème de Steiner. Considérant un graphe muni d'une fonction de coût sur les arêtes et un sous-ensemble V de sommets de ce graphe, il s'agit de déterminer le sous-graphe permettant de relier les sommets de V pour un coût minimal. Ce problème qui généralise le problème de l'arbre couvrant a de nombreuses applications, en particulier dans les problèmes de transport et de localisation. Il a été beaucoup étudié, sans toutefois prendre en compte divers aspects spécifiques à notre problème.

Des premiers résultats sur le sujet ont été obtenus: ils portent sur la complexité du problème de Steiner dans différents cas et une résolution "basique" du problème par la programmation mathématique.

Il s'agira d'étudier maintenant le problème en tenant compte de l'aléa: risque de pannes, évolution de la production ou de la demande,...

Travail:

A. Réaliser une étude bibliographique concernant la robustesse et les travaux déjà réalisés.

B. Voir quels sont les problèmes d'incertitude qu'on peut rencontrer et comment les prendre en compte dans des modèles.

C. Proposer des solutions robustes en utilisant sans doute des méthodes fondées sur la programmation mathématique en nombres entiers: c'est-à-dire qu'il faudra vérifier que la solution proposée est acceptable quel que soit le scénario de données qui se réalise.

Les méthodes se baseront sur des progrès récents en optimisation combinatoire, l'introduction de coupes, des pré-traitements, des méthodes de convexification, ainsi que sur l'utilisation de logiciels de programmation mathématique standard et très efficaces tels que CPLEX ou XPRESS.

D. Etude du problème réel du routage de câbles. Il s'agira d'adapter les solutions proposées au problème d'optimisation du parc éolien pour des données réelles. Ces données seront fournies par la société canadienne Hatch spécialiste de l'éolien, ou par EDF. Ensuite, il serait intéressant d'étendre ces résultats à un parc hybride composé d'éoliennes, de panneaux photovoltaïques, de batteries et d'un générateur diesel.

Lieu du stage :

Le stage sera réalisé au CEDRIC (Cnam) et/ou à l'ENSTA (Palaiseau). Il faudra également prévoir un séjour au GERAD à Montréal (contact Alain Hertz, Professeur Polytechnique).

Contact:

Marie-Christine Costa, Professeur

ENSTA Paris-Tech et Laboratoire CEDRIC <http://cedric.cnam.fr>

Contact: marie-christine.costa@ensta.fr <http://uma.ensta-paristech.fr/~mcosta>

Ce stage pourra éventuellement être poursuivi par une thèse franco-canadienne.