

**Optimisation du maillage électrique du parc éoliennes off-
shore – projet « Stationis »**
**Egor Gladkikh¹, Amélie Lambert², Alain Faye³, Dimitri Watel⁴
Marie-Christine Costa⁵**

¹ ENSTA ParisTech, CEDRIC, F-91120 Palaiseau, France
egor.gladkikh@gmail.com

² CNAM, CEDRIC, F-75141 Paris, France
amelie.lambert@cnam.fr

³ ENSIIE, CEDRIC, F- 91000 Évry, France
alain.faye@ensiie.fr

⁴ CNAM, CEDRIC, F-75141 Paris, France
dimitri.watel@ensiie.fr

⁵ ENSTA ParisTech, CEDRIC, F-91120 Palaiseau, France
Marie-Christine.Costa@ensta-paristech.fr

Mots-clés : *Optimisation, énergie renouvelable, génie électrique.*

Problème étudié

Stationis est un projet R&D collaboratif développant un logiciel tout-en-un de design d’ancrage et de connexions électriques d’une ferme éolienne flottante [6]. Via une interface dynamique de visualisation 3D de la ferme éolienne, l’utilisateur pourra :

- concevoir et dimensionner l’architecture sous-marine d’une ferme éolienne flottante.
- choisir les meilleurs équipements électriques et d’ancrage pour une architecture donnée.
- modifier le schéma d’implantation d’une ferme afin d’optimiser les performances des connexions sous-marines grâce à des indicateurs économiques et techniques.

Dans le cadre de ce projet nous avons travaillé sur la partie d’optimisation de câblage d’un parc éolien. Le problème sous-jacent est un problème d’arbre de Steiner de poids minimum sous contraintes de capacités liées à la distribution du courant électrique. Le problème qui consiste à déterminer un arbre de longueur minimale couvrant les terminaux dans un graphe non orienté a été largement étudié et le problème de décision associé est l’un des 21 problèmes NP-complets de Karp [3, 4, 5]. Pour le problème de conception du maillage d’un parc éolien terrestre différentes approches de modélisation en PLNE, de résolution exacte et approximative ainsi que des plans coupants particuliers sont présentés dans la littérature [1, 2]. Le problème pour le projet Stationis a été modélisé sous forme d’un programme linéaire en variables mixtes en prenant en compte les particularités liées à l’installation d’éoliennes flottantes et aux connexions de câbles sous-marins de types différents (capacité électrique des câbles, difficulté de poser les câbles au sol, ...)

Travail effectué

Un modèle exact du problème d'optimisation du maillage électrique du parc d'éoliennes flottantes a été développé et testé.

Du fait, premièrement, de la taille des instances (100 à 200 éoliennes), deuxièmement, de la complexité du problème et, troisièmement, des contraintes du temps de résolution imposées par l'industrie (quelques secondes au plus), des algorithmes heuristiques basés sur l'exploitation de la forme de la solution optimale du modèle exact ont été proposés.

Cette présentation vise à expliquer le problème, les différentes méthodes de résolution proposées, ainsi que leurs avantages et inconvénients respectifs.

Références

- [1] Alain Hertz, Odile Marcotte, Asma Mdimagh, Michel Carreau. *Optimizing the Design of a Wind Farm Collection Network*. INFOR Information Systems and Operational Research 50(2) May 2012.
- [2] Cedric Bentz, Marie-Christine Costa, Alain Hertz. *On the edge capacitated Steiner tree problem*. arXiv:1607.07082v1 [cs.DM] 24 Jul 2016
- [3] M.R. Garey, D.S. Johnson. *Computers and intractability, a guide to the theory of NP-completeness*. Ed. Freeman, New York (1979).
- [4] F. K. Hwang, D. S. Richards, P. Winter. *The Steiner Tree Problem*. Annals of Discrete Mathematics 53. North-Holland: Elsevier (1992).
- [5] H. J. Prömel, A. Steger. *The Steiner Tree Problem*. Advanced Lectures in Mathematics, ed. Springer (2002).
- [6] Stationis ©: "All-in-one software for floating wind farm mooring and electrical design" <http://www.stationis.com/>
- [6] Stationis ©: "All-in-one software for floating wind farm mooring and electrical design" com/