

UN SURVOL DE L’OPTIMISATION DE FORMES, ET QUELQUES APPLICATIONS EN ÉLECTROMAGNÉTISME

C. DAPOGNY

¹ *Univ. Grenoble Alpes, CNRS, Grenoble INP, LJK, 38000 Grenoble, France*

L’optimisation de formes est une discipline au confluent des mathématiques, de la physique et du calcul scientifique, qui suscite un engouement croissant au sein des milieux académique et industriel. En quelques mots, il s’agit d’optimiser une fonction objectif, dépendant de la “forme” (qui suivant les applications peut représenter une structure mécanique, un domaine fluide, etc.), sous certaines contraintes. Dans les applications, ces fonctions dépendent de la physique en jeu par l’intermédiaire de la solution d’équations aux dérivées partielles posées sur la forme. Ces problèmes présentent de nombreuses difficultés spécifiques, liées par exemple au calcul des “dérivées” des critères d’optimisation par rapport au domaine, à la représentation numérique de la forme, etc. L’objectif de cette présentation est de brosser un panorama succinct et biaisé de ce domaine en pleine ébullition.

Une première partie traitera de quelques généralités et présentera les principaux paradigmes d’optimisation de formes et leurs caractéristiques, à savoir l’optimisation paramétrique (ou contrôle optimal), l’optimisation géométrique, et l’optimisation topologique.

On introduira ensuite quelques ingrédients théoriques pour l’étude des problèmes d’optimisation de formes, et notamment la méthode de l’état adjoint permettant de calculer les dérivées des critères d’optimisation par rapport au design et de leur donner une structure “exploitable” en pratique.

Dans une troisième partie, on discutera de quelques points essentiels touchant à l’implémentation numérique de ces méthodes. Notamment, on expliquera comment décrire la forme optimisée et son évolution au cours du processus d’optimisation.

On montrera finalement deux applications récentes des méthodes d’optimisation de formes dans le contexte de l’électromagnétisme :

- L’optimisation de la répartition des matériaux constitutifs au sein du rotor d’une machine électrique;
- L’optimisation de la forme et de la topologie de dispositifs nanophotoniques.