

Optimisation de la jonction entre deux fibres optiques

Armin Lechleiter, alechle@cmap.polytechnique.fr

Les fibres optiques sont aujourd’hui à la base de toutes les technologies de télécommunication modernes. Dans ce projet nous nous intéressons à l’optimisation de la jonction entre deux fibres optiques différentes. Le problème consiste à trouver une forme pour la jonction (dont la longueur est limitée) telle que l’énergie qui est transmise par la jonction soit maximale (voir [1] pour une motivation plus détaillée).

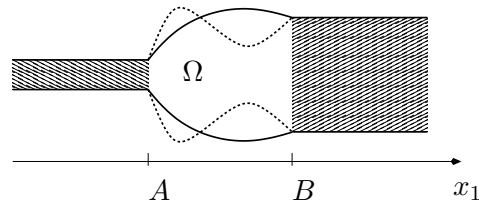


FIG. 1 – Deux jonctions possibles entre deux fibres (hachurées). La forme de la courbe entre A et B est à optimiser, telle que l’énergie transmise par la jonction (à titre d’exemple, de gauche à droite) soit maximale.

La propagation de la lumière dans le guide d’ondes Ω modélisant la fibre est décrit par l’équation des ondes en régime harmonique (l’équation de Helmholtz) $\Delta u + k^2 u = 0$ avec le nombre d’onde $k > 0$. Pour simplifier, on va d’abord supposer que le champ u satisfait une condition de Dirichlet au bord du guide : $u = 0$ sur $\partial\Omega$. Quand une onde harmonique u arrive à la jonction du côté gauche, une partie de l’onde est réfléchiée à gauche, l’autre est transmise à droite. Le but du projet est de trouver une forme pour la jonction tel que le mode fondamental (une solution spéciale de l’équation de Helmholtz) du guide à gauche est transmis complètement dans le guide à droite.

Comme le guide d’ondes Ω est un domaine non-borné, il faut des conditions au bord “transparents” pour pouvoir restreindre le calcul du champ u à un domaine borné. On peut, par exemple, introduire des frontières artificielles

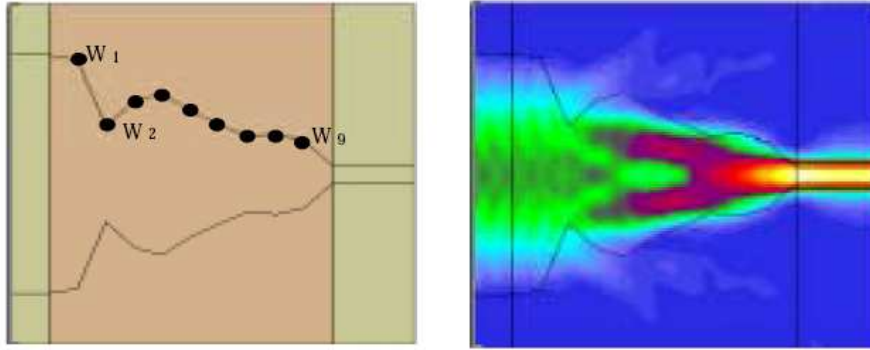


FIG. 2 – Un exemple de forme optimisée produit par un code commercial, qu'on trouve sur www.photond.com/products/kallistos.htm. A gauche : la jonction optimisée. A droite : une onde qui se propage par la jonction.

à $x_1 = A$ et $x_1 = B$. Les conditions au bord sur ces deux frontières doivent alors garantir qu'une onde qui arrive au bord artificiel peut sortir du domaine sans réflexion.

Pour trouver une jonction optimale, on peut alors utiliser la technique des dérivées de forme couplé avec des schémas du type gradient. L'implémentation peut se faire avec la méthode des éléments finis sous FreeFem++.

Références

- [1] T. FELICI AND H. W. ENGL, *On shape optimization of optical waveguides using inverse problem techniques*, *Inverse Problems*, 17 (2001), pp. 1141–1162.