



HAL
open science

Topologie et optimisation

Dominique Barchiesi

► **To cite this version:**

Dominique Barchiesi. Topologie et optimisation. Rencontre thématique du GDR Ondes 2451 - Ondes et topologie, Vincent Laude (vincent.laude@femto-st.fr) Benoît Cluzel (benoit.cluzel@u-bourgogne.fr) Muamer Kadic (muamer.kadic@femto-st.fr) Yan Pennec (yan.pennec@univ-lille1.fr), Mar 2019, Besançon, France. hal-03621147

HAL Id: hal-03621147

<https://hal.science/hal-03621147>

Submitted on 30 Mar 2022

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Topologie et optimisation

Dominique Barchiesi

GAMMA3 - Université de technologie de Troyes, 12 rue Marie Curie

CS 42060 - 10004 Troyes Cedex - France

Résumé

La topologie des fonctions simulant des mesures optiques expérimentales a une incidence sur le comportement des méthodes d'optimisation et de résolution de problème inverse. Cette contribution pose la problématique d'optimisation dans le cas simple d'un capteur à plasmon de surface (SPR) afin d'illustrer leur sensibilité aux différentes propriétés inhérentes aux structures résonantes.

1. Introduction, contexte, objectifs

La topologie des ondes, intrinsèquement liée aux symétries des objets éclairés induit des propriétés spécifiques aux fonctions décrivant un dispositif de mesure optique. Le fonctionnement des capteurs à plasmon de surface (SPR [1]) est la perturbation d'une résonance optique par le changement d'indice de réfraction au voisinage immédiat de la partie sensible du capteur. Le modèle de base de ces capteurs, à haut degré de symétrie, est une couche nanométrique d'or, plane, déposée sur un substrat en verre plan. Le milieu de détection est situé au voisinage immédiat de la couche d'or. Suivant le mode de détection choisi, le modèle peut dépendre de différentes variables, en particulier l'angle d'incidence de la lumière illuminant le dispositif en transmission, par le substrat mais aussi l'épaisseur de la couche d'or. Ce modèle simplifié du capteur conduit au calcul de courbes de dispersion du plasmon. Les propriétés topologiques de ces courbes de dispersion, conduisent à un comportement complètement différent des méthodes d'optimisation, permettant de calculer les meilleurs couples d'angles d'incidence et d'épaisseurs.

2. Méthodes et contribution

Il est d'usage, en recherche opérationnelle et donc en optimisation, de caractériser les méthodes par le calcul d'indicateurs de succès, lorsqu'on cherche des minimums de fonctions test, aux propriétés topologiques variées : unique minimum (global) ou multiples minimums locaux, fonctions analytiques ou bruitées, puits étroits ou larges entourant le minimum global etc. Nous proposons de caractériser les principales méthodes d'optimisation méta-heuristiques, utilisées pour résoudre le problème inverse [2-6] à partir de la fonction test du signal SPR [1,4]. Nous montrerons comment on peut relier le comportement de la méthode d'optimisation et en particulier son taux de succès à trouver l'optimum, aux propriétés de la courbe de dispersion. On pourra rapprocher cette courbe de fonctions test connues. En particulier, on pourra discuter l'influence relative des phases d'exploration et d'exploitation des méthodes d'optimisation, afin de trouver les meilleurs angles d'incidence et épaisseurs de la couche d'or. Cette approche peut être généralisable à des problèmes plus complexes et le lien entre les propriétés topologiques des ondes et la méthode d'optimisation adéquate mérite d'être spécifiquement étudiée, afin d'être en mesure d'optimiser numériquement des systèmes optiques.

3. Bibliographie

- [1] D. Barchiesi & A. Otto. *“Excitations of surface plasmon polaritons by attenuated total reflection, revisited”* La Rivista del Nuovo Cimento 36.5 (2013), p. 173–209.
- [2] D. Barchiesi, *“Numerical retrieval of thin aluminium layer properties from SPR experimental data”* Opt. Express 20 (8) (2012) 9064–9078.
- [3] D. Macias & D. Barchiesi, *“Identification of unknown experimental parameters from noisy apertureless scanning near-field optical microscope data with an evolutionary procedure”* Opt. Lett. 30 (19) (2005) 2557–2559.
- [4] J. Salvi & D. Barchiesi. *“Measurement of thicknesses and optical properties of thin films from Surface Plasmon Resonance (SPR)”* Applied Physics A 115.1 (2014), p. 245–255.
- [5] D. Barchiesi. *“The Lycurgus Cup: inverse problem using photographs for characterization of matter”* J. Opt. Soc. Am. A 32.8 (2015), p. 1544–1555.
- [6] D. Barchiesi, D. Cakir, T. Grosge, N. Fréty, E Anglaret *“Recovering effective thicknesses and optical properties of copper and copper oxide layers from absorbance measurements”* A paraître dans Optical Materials