

Sujet de stage M2 – Développement d'un logiciel de conception optique

Contexte:

Un **logiciel de conception optique et d'éclairage** est un outil puissant permettant, par lancer de rayons, de **simuler, optimiser** et valider la conception de systèmes optiques complexes avant la fabrication ou la mise en place de prototypes physiques.

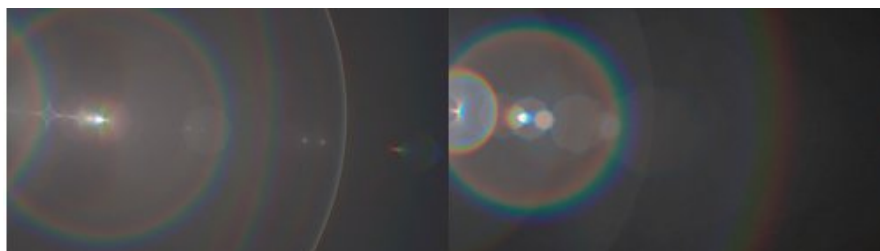


Figure 1. Rendus du phénomène de flare de deux objectifs Canon (13 lentilles à gauche, 8 lentilles à droite). La propagation de la lumière est modélisée par le formalisme "Polynomial optics" [3].

Les logiciels existants (Zemax, Code V, OSLO) présentent deux limitations principales pour être utilisés à des fins de recherche expérimentale, pour la conception de banc optiques. Tout d'abord, ils sont à destination d'ingénieurs optiques et leur utilisation requiert donc une certaine expertise. La seconde limitation est leur coût. A l'exception de versions aux performances limitées (OSLO EDU par exemple), ceux-ci sont sous licence particulièrement onéreuse.

Les options open source [1,2] se limitent quant à elles à l'étape de conception. Elles offrent la possibilité de visualiser la propagation de rayons optiques au travers d'un montage (Fig. 2) mais n'en permettent pas l'optimisation. De plus ils considèrent une modélisation linéaire de la propagation de la lumière (matrices ABCD), ne permettant pas de prendre en compte certaines déformations de l'image (aberrations) introduites par les éléments optiques du système (Fig. 3).

Pour ces raisons, les bancs optiques développés dans les laboratoire de recherche sont généralement conçus manuellement par essais-erreurs. Et lorsque des non-experts en optique sont amenés à concevoir un montage, ils se retrouvent complètement démunis.

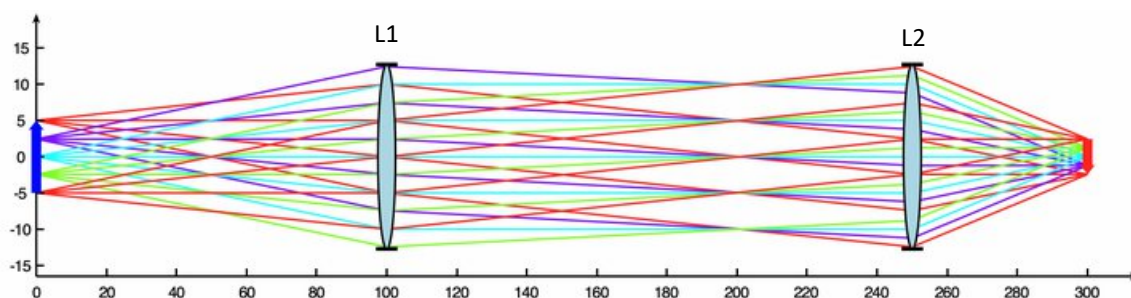


Figure 2. Visualisation de rayons optiques se propageant au travers de deux lentilles. Image issue de [2].

Objectif:

L'objectif de ce stage est de mettre en place des outils informatiques performants, **de simulation et d'optimisation**, au service d'une application particulière qu'est le développement d'un logiciel de conception optique. Celui-ci serait à destination de non-

experts en optique et doit permettre, à partir de la définition d'un objet (en bleu sur Fig. 2), de la définition de l'image souhaitée (en rouge sur Fig. 2), et d'un nombre restreint d'éléments optiques, de proposer une solution de montage optimale.

Une piste envisagée est de mettre en place le formalisme "Polynomial Optics" [3], permettant de modéliser efficacement les effets optiques au sein de de systèmes complexes (Fig. 1), et d'établir un processus d'optimisation différentielle à partir de celui-ci.

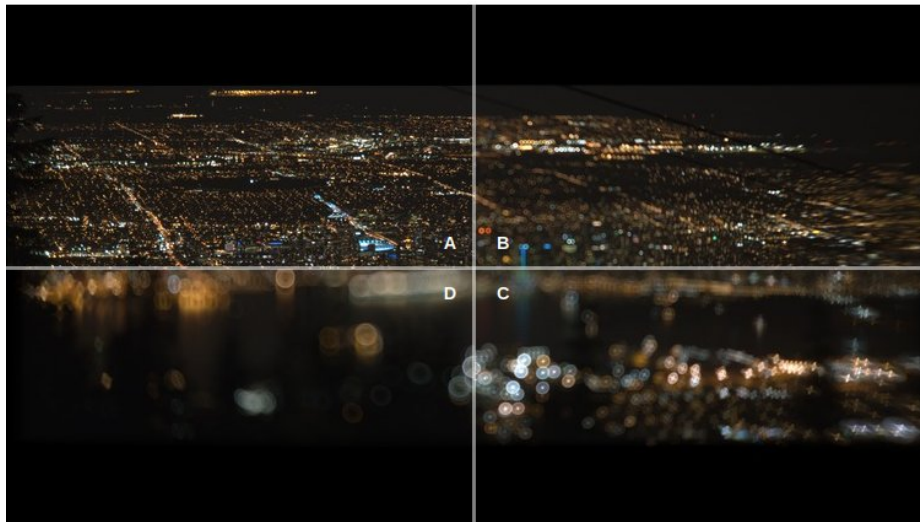


Figure 3. Photo d'une ville imagée de nuit au travers d'une lentille (A). Le changement des paramètres de prise de vue (augmentation de l'ouverture (B,C), defocus (D)) provoque des aberrations optiques (déformations et variations chromatiques).

Missions du stagiaire:

- Etablir un état de l'art
- Optimisation du modèle Polynomial Optics via un système d'autodiff (eg. [Warp](#), [JAX](#))
- Développement logiciel (Python + Matplotlib, TKinter)

Compétences requises:

- Langage de programmation: Python, des connaissances en C++ seraient un plus
- Lancer de rayons
- Quelques connaissances en optique géométrique serait un plus

Références:

[1] Geopter (<https://github.com/heterophyllus/Geopter/>)

[2] RayTracing (<https://pypi.org/project/raytracing/>)

[3] Hullin, M. B., Hanika, J., & Heidrich, W. (2012, June). Polynomial Optics: A construction kit for efficient ray-tracing of lens systems. In *Computer Graphics Forum* (Vol. 31, No. 4, pp. 1375-1383). Oxford, UK: Blackwell Publishing Ltd.

Contacts (équipe MANAO): morgane.gerardin@inria.fr & romain.pacanowski@inria.fr