

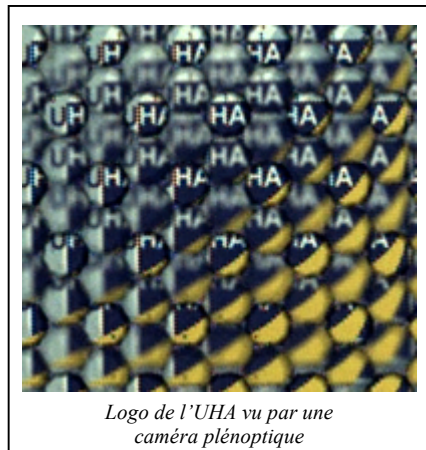
## Sujet de Thèse : Caméras RGB-D plénoptiques

### Sujet et Contexte

Les caméras RGB-D (Red Green Blue - Depth) sont des dispositifs au cœur de nombreux domaines d'applications. Les caméras RGB-D les plus connues sont les caméras Time Of Flight (TOF) ou les capteurs de type « Kinect ». Contrairement à des caméras perspectives classiques qui sont des dispositifs « passifs », ces caméras RGB-D sont dites « actives ». Elles s'appuient sur une illumination infrarouge pour extraire les profondeurs d'une scène, et souffrent d'une sensibilité incontrôlable à la lumière naturelle. Elles sont donc destinées à être utilisées dans un contexte de scènes intérieures.

Pour travailler dans un contexte de scènes extérieures, on peut exploiter les images de caméras dites « plénoptiques » ou « light-field », qui sont des systèmes passifs travaillant en lumière naturelle. Ces caméras sont dotées d'une grille de micro-lentilles donnant une image codée de la scène. Cette image donne accès à des fonctions dites « plénoptiques », caractérisant les orientations des rayons traversant l'objectif de la caméra. Ces orientations sont directement liées à la focalisation des rayons sur le capteur image et à la profondeur de la scène. Aujourd'hui ce principe permet de refocaliser une image en post-traitement, constituant ainsi une avancée scientifique majeure de ces dernières années en photographie numérique [1]. Mais, en étant capable de focaliser une scène à l'avant ou à l'arrière, elles peuvent également être le cœur de caméras RGB-D [2]. Ces caméras RGB-D plénoptiques exploitent soit des propriétés liées à la focalisation de l'image, soit des propriétés relevant de la géométrie épipolaire modélisant ces caméras.

Le sujet de la thèse proposé, consiste à étudier et mettre en œuvre des caméras de type « plénoptiques » afin de proposer une nouvelle génération de caméras RGB-D. Cette nouvelle approche a pour objectif de travailler directement sur l'image brute de la caméra, évitant ainsi des phases de reconstructions très gourmandes en termes de calculs. Nous exploiterons les redondances spatiales créées par la grille de micro-lentilles sur l'image brute. En effet, la micro-lentille décompose la scène en motifs se répétant localement et dont les écartements sont directement liés à la profondeur de la scène. La modélisation de cette répétition devrait permettre de proposer une alternative aux approches actuelles. Nous souhaitons également montrer que la théorie des croyances constituera une solution pour résoudre efficacement la problématique de l'association de motifs dans une image. D'un point de vue expérimental, nous avons conçu au laboratoire un dispositif constitué d'une caméra et de mini-objectifs. Celui-ci a jusqu'à présent été étudié sous l'angle de la stéréovision et de l'homographie variable [3]. Nous souhaitons maintenant le considérer comme une caméra plénoptique. Nous disposons également d'une caméra plénoptique Raytrix. Venant en complément de modèles simulés, ces deux dispositifs permettront de vérifier les développements théoriques engagés durant ce travail de thèse.



Logo de l'UHA vu par une  
caméra plénoptique

### Intérêt pour le MIPS et pour l'UHA :

Ces travaux font appel à différentes compétences du MIPS (équipes IMTI et MIAM) et s'inscrivent dans l'axe de recherches « imagerie » du laboratoire, avec des applications dans l'axe « mobilités et transports » défini comme prioritaire par l'UHA. Les travaux menés conduiront à des passerelles entre les équipes de l'UHA dans ce contexte de « mobilités ». On peut citer par exemple la conduite autonome, l'assistance aux véhicules mobiles, la compensation de déficiences, la robotique ou bien encore les interactions hommes-machines. Une extension de ces travaux à l'utilisation de caméra plénoptique pour l'analyse de fronts d'onde est aussi envisageable, avec des applications potentielles en microscopie de phase, optique adaptative etc...

Ce travail de thèse sera dirigé par Christophe Cudel et encadré et Bruno Colicchio par Jean-Philippe Lauffenburger.

### Contacts :

Christophe CUDEL  
[christophe.cudel@uha.fr](mailto:christophe.cudel@uha.fr)  
tél : 03 89 33 76 61

Bruno COLICCHIO  
[bruno.colicchio@uha.fr](mailto:bruno.colicchio@uha.fr)  
tél : 03 89 33 76 69

Jean-Philippe LAUFFENBURGER  
[jp.lauffenburger@uha.fr](mailto:jp.lauffenburger@uha.fr)  
tél : 03 89 33 69 26

[1] <https://www.lytro.com/>

[2] <http://www.raytrix.de/>

[3] J. Xu, C. Cudel, S. Kohler, S. Fontaine, O. Haeberlé, et M.-L. Klotz, « An original method to compute epipoles using variable homography: application to measure emergent fibers on textile fabrics », *Journal of Electronic Imaging*, vol. 21, n° 2, p. 021103, 2012.