

# Holographie par Matrices de Micro-miroirs pour l'Enseignement (HOMME)

Ce document est un aperçu de la modernisation d'un enseignement de travaux pratiques à l'École polytechnique. Cet enseignement consiste en un module de 8 séances d'une journée (6h par séance) centré sur l'apprentissage de l'holographie, l'optique de Fourier, ainsi que sur la mise en œuvre par les élèves d'un petit projet de recherche. Il s'appelle Module Appliqué en Laboratoire (MODAL) d'holographie.

## [MODAL de 2ème année, PHY47xB, Ecole polytechnique](#)

Le projet HOMME a eu pour but la mise en place d'un modulateur spatial de la lumière : un réseau échelette 2D de micro-miroirs (en anglais DMD). Cet outil aux multiples atouts permet aux étudiants de découvrir de manière éclatante certains aspects physiques de la lumière :

- En imagerie afocale (Fig.1 gauche) : l'ouverture numérique et la résolution d'un système d'imagerie, le filtrage spatial pour réaliser des distributions lentement variables ou encore le groupement de pixels pour créer des niveaux de gris.
- En imagerie de Fourier (Fig.1 droite) : caractérisation et correction du front d'onde diffracté par le modulateur, réalisation de pinces optiques limitées par la diffraction ou encore réalisation de potentiels arbitraires et limite de Fourier.

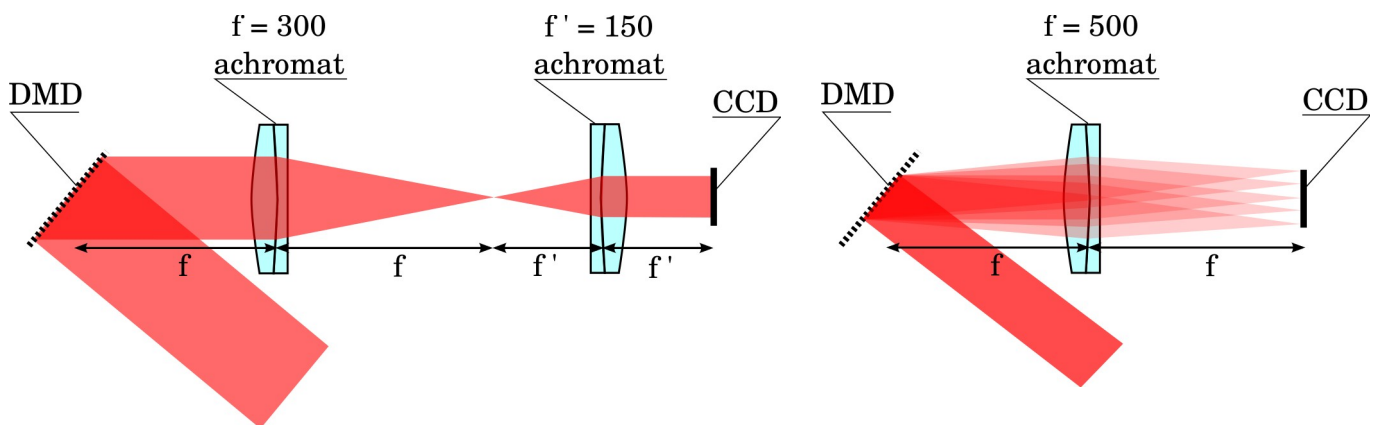


Figure 1 : Schémas des montages optiques en configurations dites afocale (gauche) et de Fourier (droite).

Le DMD peut-être utilisé pour étudier la physique des réseaux de diffraction. En modifiant la phase d'un réseau par rapport à l'autre on modifie directement la phase de l'onde diffractée et l'on observe un déplacement des franges d'interférences (Fig.2 page suivante). Le front d'onde d'un faisceau lumineux peut ainsi être corrigé à souhait (Fig.3 page suivante).

Référence : [Dynamic holography and beamshaping using digital micromirror devices](#). P. Zupancic, Harvard University, 2013.

Résultats obtenus dans le cadre du projet HOMME financé par le thème Formation-Diffusion du LabEx PALM et porté par Raphaël BOUGANNE (Ecole Polytechnique).

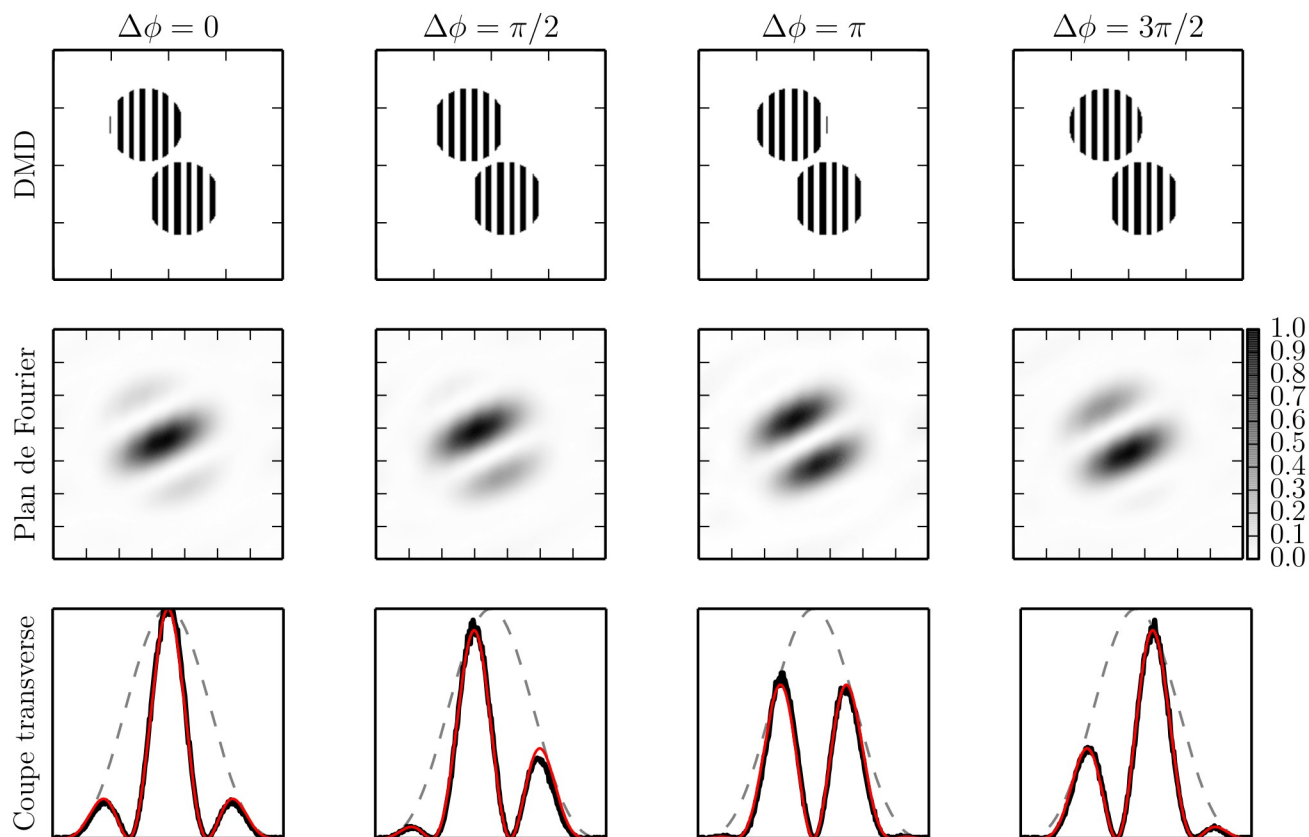


Figure 2 : Influence de la phase d'un réseau 1D sur le premier ordre de diffraction. Les deux parcelles circulaires du DMD interfèrent dans le plan de Fourier : l'interfrange dépend de la distance entre les deux parcelles et la phase des franges est contrôlée par la différence de phase  $\Delta\varphi$  entre les réseaux des deux parcelles. Une coupe transverse du profil mesuré (ligne noire) correspond très bien au profil attendu par le calcul (ligne rouge).

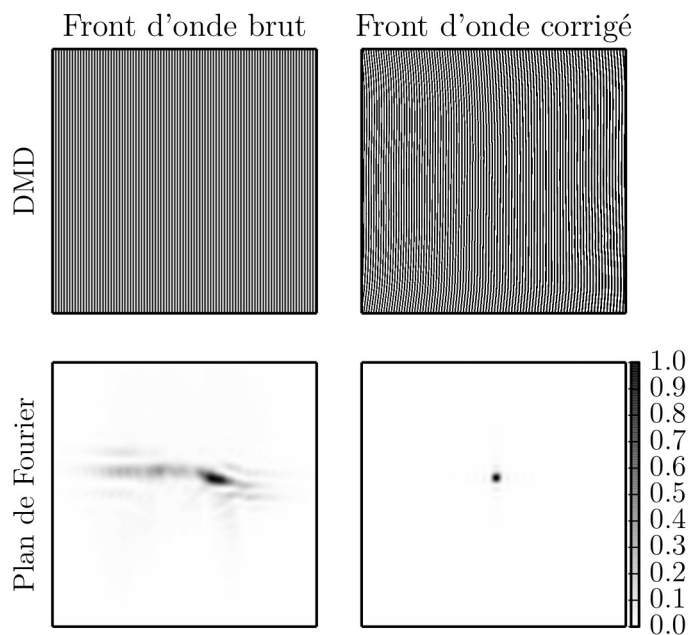


Figure 3 : Front d'onde avant (gauche) et après (droite) correction. La première ligne correspond à l'hologramme projeté sur le DMD, la deuxième ligne correspond à l'image observée sur la caméra. Grâce au DMD le front d'onde a été aplani d'un facteur 20.