



**HAL**  
open science

## VIBROMETRIE HOLOGRAPHIQUE CHAMP LARGE A 100 KHZ

Pascal Picart, Laure Lagny, Julien Poittevin, C Faure, Julien Le Meur, Kevin Heggarty, François Gautier, Charles Pezerat

► **To cite this version:**

Pascal Picart, Laure Lagny, Julien Poittevin, C Faure, Julien Le Meur, et al.. VIBROMETRIE HOLOGRAPHIQUE CHAMP LARGE A 100 KHZ. Congrès Société Française d'Optique (SFO), Jul 2018, Toulouse, France. hal-01974415

**HAL Id: hal-01974415**

**<https://imt-atlantique.hal.science/hal-01974415>**

Submitted on 8 Jan 2019

**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.

# VIBROMETRIE HOLOGRAPHIQUE CHAMP LARGE A 100 KHZ

Pascal Picart<sup>1,4</sup>, Laure Lagny<sup>1</sup>, J. Poittevin<sup>1</sup>, C. Faure<sup>1</sup>, Julien Le Meur<sup>3</sup>, Kevin Heggarty<sup>3</sup>, François Gautier<sup>1</sup>, Charles Pezerat<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Le Mans Université, LAUM, CNRS UMR 6613, Avenue Olivier Messiaen, 72085 LE MANS Cedex 9, France

<sup>2</sup> Telecom Bretagne, Département d'Optique, IMT-Atlantique, Technopole Brest-Iroise, CS 83818, 29285 BREST, France

<sup>3</sup> École Nationale Supérieure d'Ingénieurs du Mans, rue Aristote, 72085 LE MANS Cedex 9, France

[pascal.picart@univ-lemans.fr](mailto:pascal.picart@univ-lemans.fr)

## RÉSUMÉ

Cet article présente une méthode de vibrométrie holographique numérique, avec configuration en ligne, pour la mesure de vibrations plein champ à une fréquence d'images très élevée. Les résultats expérimentaux démontrent la pertinence de l'approche proposée en fournissant une mesure de vibrations sur un diamètre de plus de 20 cm à une fréquence d'acquisition de 100 kHz.

**MOTS-CLEFS :** *holographie numérique, imagerie large champ, vibrations, problème inverse*

## 1. INTRODUCTION

Dans le contexte de la réduction de masse des structures, évaluer les propriétés vibratoires des structures légères afin de développer des structures non résonantes sans ajouter de masse est un défi. En règle générale, dans le domaine des vibrations structurelles, les sources de vibrations opérationnelles sont de nature complexe et souvent difficiles d'accès. Leur caractérisation est donc un problème majeur. L'holographie numérique est une méthode très efficace pour la mesure des champs de déformation de la surface de l'objet et pour la mesure des profils de surface [1]. C'est une technologie clé pour étudier les vibrations des structures à leur échelle de temps en fournissant une grande collection de points de données à la surface de l'échantillon étudié. Avec les enregistrements holographiques numériques à très grande vitesse ( $\sim 100$  kHz), il devient possible de visualiser les ondes transitoires générées par les chocs dont la bande passante est de l'ordre de 30 kHz. Dans cet article, nous discutons d'un système holographique comprenant un interféromètre holographique compact avec la configuration de Fresnel équipé d'un zoom négatif pour les grandes surfaces et un élément optique diffractif (DOE) pour améliorer l'efficacité photométrique. Nous démontrons la possibilité de mesurer la vibration d'une plaque à une fréquence d'acquisition de 100 kHz en fournissant des données quantitatives sur un point de 21 cm de diamètre à la surface de l'objet. C'est la meilleure performance jamais atteinte pour un tel diamètre et une telle fréquence d'acquisition, à notre connaissance.

## 2. METHODE ET RESULTATS EXPERIMENTAUX

Le montage expérimental est décrit sur la figure 1(a). Un DOE (Diffractive Optical Element) dédié est utilisé pour élargir le faisceau d'objet afin d'éclairer la surface de l'objet (Fig. 1(b)). Un zoom négatif est inséré dans le chemin de l'objet, devant le cube, entre l'objet et le capteur et permet d'optimiser la condition d'enregistrement dans la configuration en ligne. Le capteur est une caméra à haute vitesse de Photron, avec un pas de pixel de  $px = 18.5\mu m$  et une résolution spatiale maximale  $M \times N = 1024 \times 1024$  pixels. En augmentant la fréquence d'images, la résolution spatiale est dégradée, c'est-à-dire  $768 \times 328$  à 50 kHz et  $384 \times 264$  à 100 kHz. Le temps d'exposition peut être réglé de 380 ns à quelques ms.

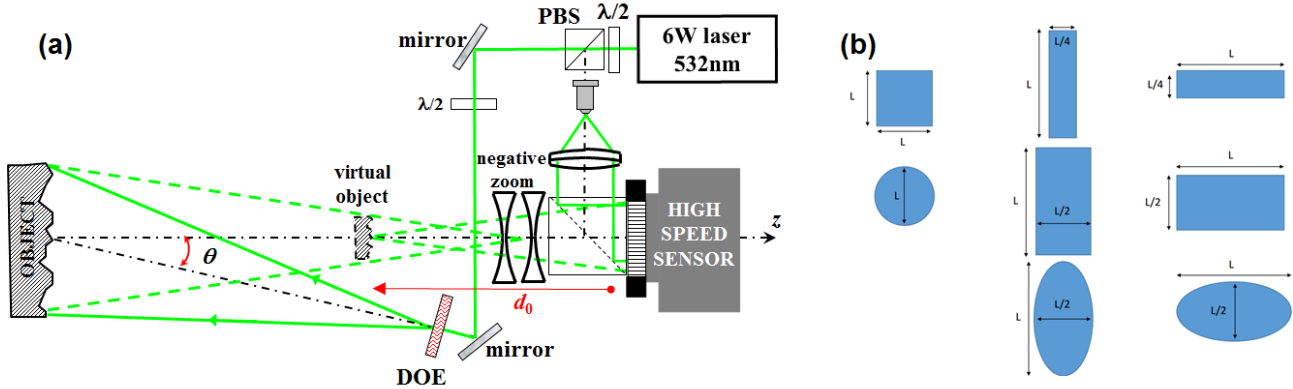


Fig. 1 : (a) Dispositif expérimental, PBS: séparateur polarisant, DOE: élément optique diffractif, (b) 8 spots d'illumination produits par le DOE

L'objet sous intérêt est une plaque carrée en aluminium de 30cm x 30cm x 0.2cm. La zone d'éclairage est réglée sur la forme circulaire et fournit une zone circulaire uniforme  $L = 20$  cm de diamètre. Les fréquences à 805 Hz et 1825 Hz ont été choisies. La figure 2 montre les résultats pour la fréquence 805Hz. La figure 2 (a) montre l'image d'amplitude reconstruite, la figure 2 (b) montre la carte de phase brute entre deux instants consécutifs. Le cercle en pointillé rouge indique la zone circulaire éclairée par le laser. Puisque le niveau de bruit est élevé, la carte de phase a été filtrée avec la transformée de Fourier fenêtrée 2D qui produit un filtrage exceptionnel [2]. La figure 2 (c) et la figure 2 (d) montrent respectivement la carte de phase filtrée et non enveloppée en utilisant l'algorithme CPULSI [3]. La Fig. 3 montre amplitude et phase calculées pour les deux fréquences.

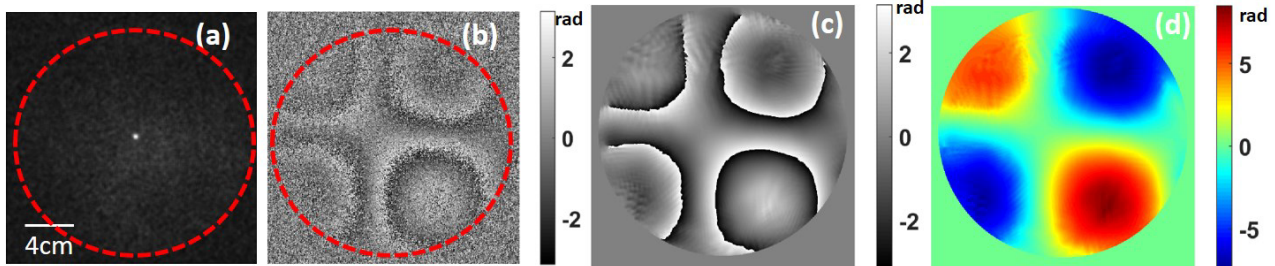


Fig. 2 : (a) amplitude reconstruite à 805 Hz, (b) carte de phase brute entre deux instants consécutifs, (c) carte de phase filtrée, (d) carte de phase déroulée.

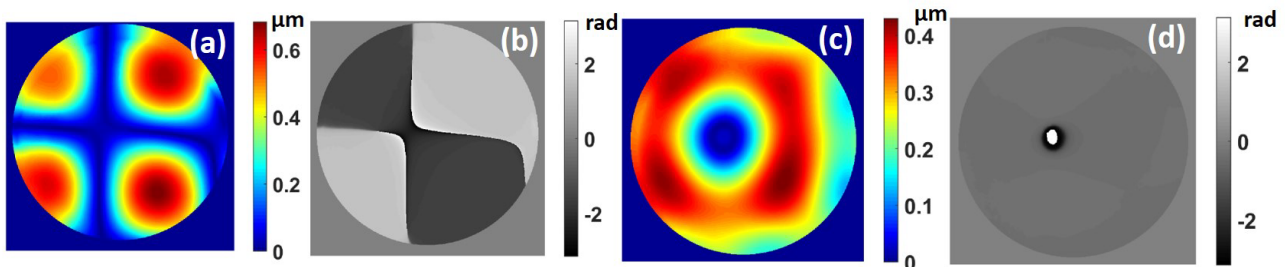


Fig. 3 : (a) amplitude de la vibration à 805 Hz, (b) phase de la vibration à 805 Hz, (c) amplitude de la vibration à 1825 Hz, (d) phase de la vibration à 1825 Hz

## RÉFÉRENCES

- [1] P. Picart, New techniques in digital holography (ISTE-Wiley, London, 2015).
- [2] S. Montresor, P. Picart, "Quantitative appraisal for noise reduction in digital holographic phase

imaging," *Optics Express* 24, 14322-14343 (2016).

[3] H. Xia, S. Montessor, R. Guo, J. Li, F. Yan, H. Cheng, and P. Picart, "Phase calibration unwrapping algorithm for phase data corrupted by strong decorrelation speckle noise," *Optics Express* 24, 28713-28730 (2016).