

# Comparaison de deux méthodes d'identification de chargements dynamiques à partir de mesures plein champ réalisées par déflectométrie optique.

Nicolas Madinier<sup>[1,2]</sup>, Alain Berry<sup>[1]</sup>, Quentin Leclère<sup>[2]</sup>, Kerem Ege<sup>[2]</sup>

[1] GAUS Faculté de génie mécanique, Université de Sherbrooke, Sherbrooke, QC, Canada,  
[2] Univ Lyon, INSA Lyon, LVA, 69621 Villeurbanne, France.

## Problématique

• En France : **40% de la population** est exposée à des niveaux de bruit > **55dBA (indicateur  $L_{DEN}$ )** (3/4 est dû au trafic automobile)

Réduction du bruit → Identification des sources de vibrations

Utilisation de méthodes inverses.

## I) Résolution inverse<sup>[1]</sup>

Forme forte de l'équilibre local :

$$\tilde{q}(x) = \rho h \tilde{w}(x) \omega^2 + D \left( \frac{\partial^4 \tilde{w}(x)}{\partial x^4} + 2 \frac{\partial^4 \tilde{w}(x)}{\partial x^2 \partial y^2} + \frac{\partial^4 \tilde{w}(x)}{\partial y^4} \right)$$

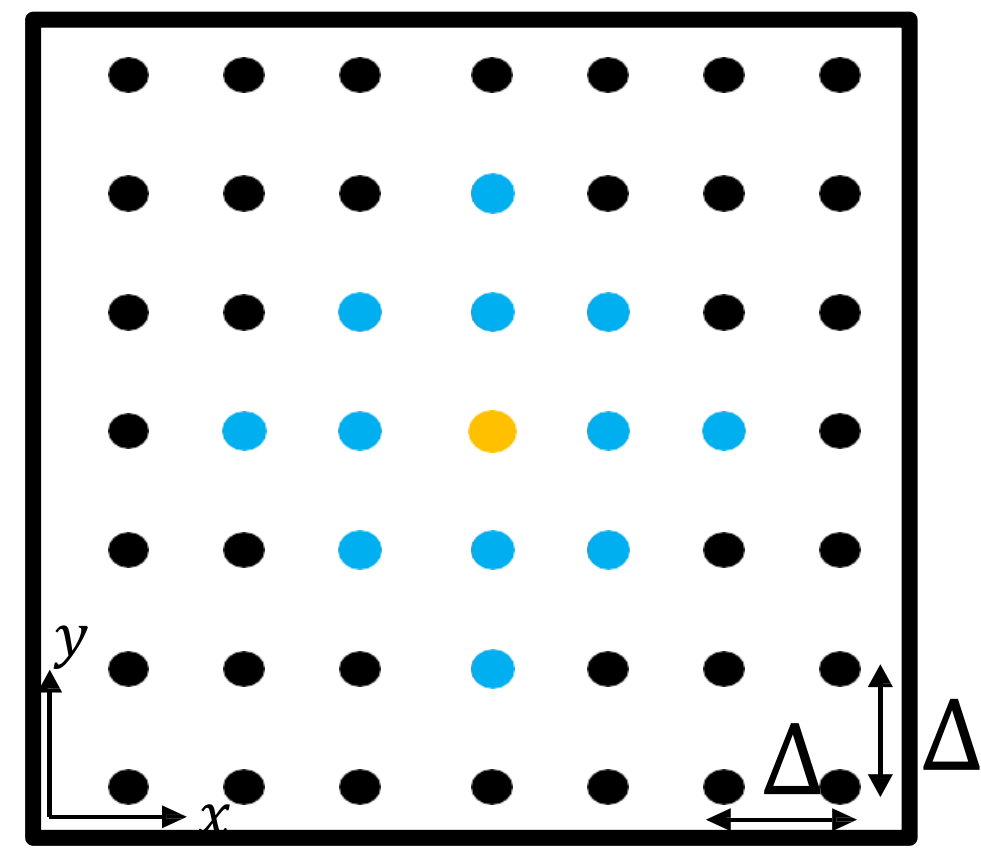
### Donnée inconnue

•  $\tilde{q}(x)$  : la pression appliquée

### Données mesurées/connues:

- $\tilde{w}(x)$  : Déplacement hors du plan
- $D, \rho, h$  : Données sur la structure
- $\omega$  : Fréquence angulaire

Schéma aux différences finies



Application du schéma → Amplification du bruit de mesure → Besoin de régulariser

## II) Méthode des champs virtuels<sup>[2]</sup>

Principe des travaux virtuels : Forme faible de l'équation d'équilibre

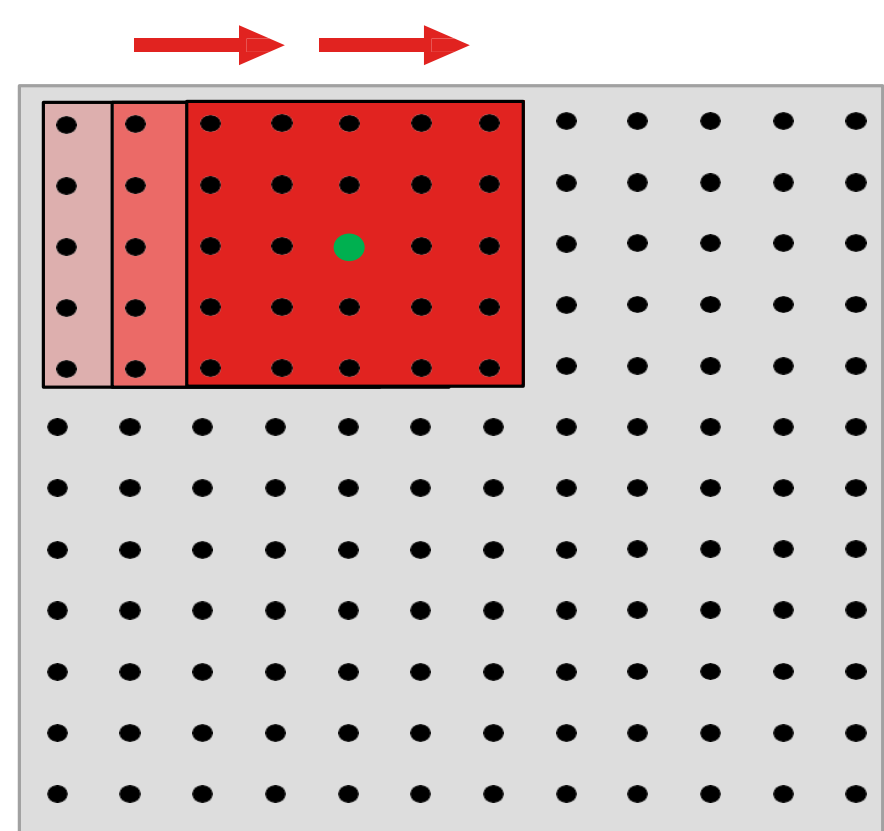
$$\int_S \tilde{q}(x) w^v(x) dS = \frac{h^3}{12} \int_S \mathcal{K}^{vT}(x) Q(x) \tilde{\mathcal{K}}(x) dS - h \omega^2 \int_S \rho \tilde{w}(x) w^v(x) dS$$

Avec  $\tilde{\mathcal{K}}(x)$  : Courbures (obtenue à partir de  $\tilde{w}(x)$ )

Méthode des champs virtuels = Choisir  $w^v$  pour résoudre le PTV

### Champs virtuels : $w^v$ et $\mathcal{K}^v$

- Définis par morceaux à partir de fonction d'interpolation Hermite<sup>16</sup>.
- Sur une fenêtre virtuelle qui scanne la plaque.
- Pour chaque position de la fenêtre le PTV est résolu et la force appliquée sur la fenêtre identifiée

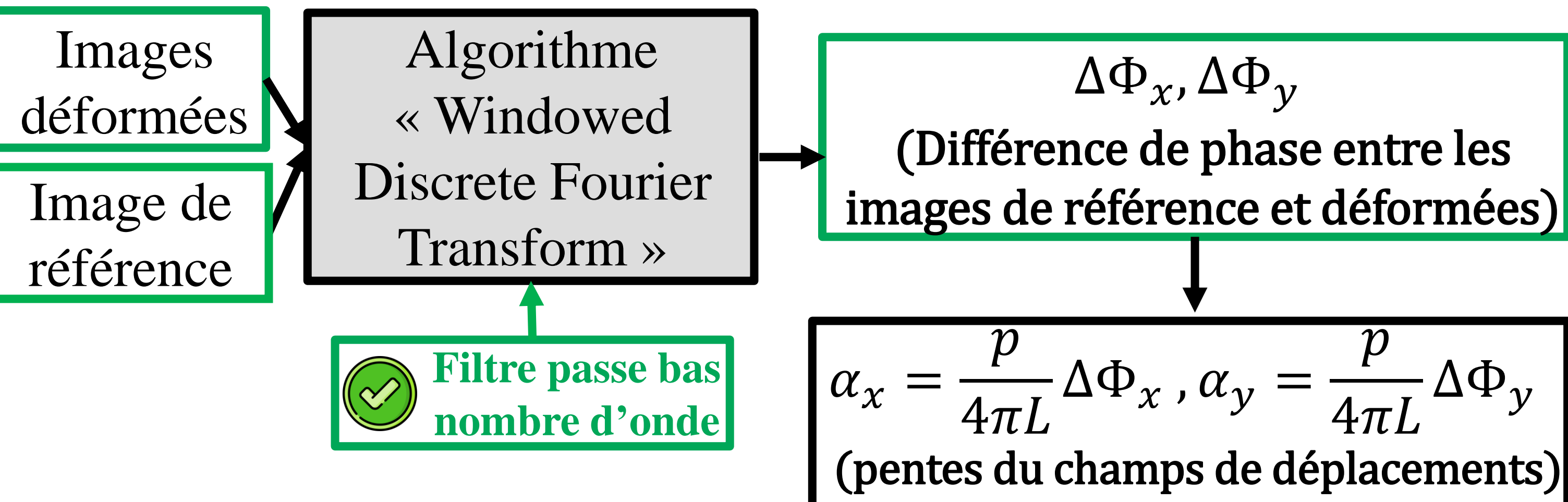
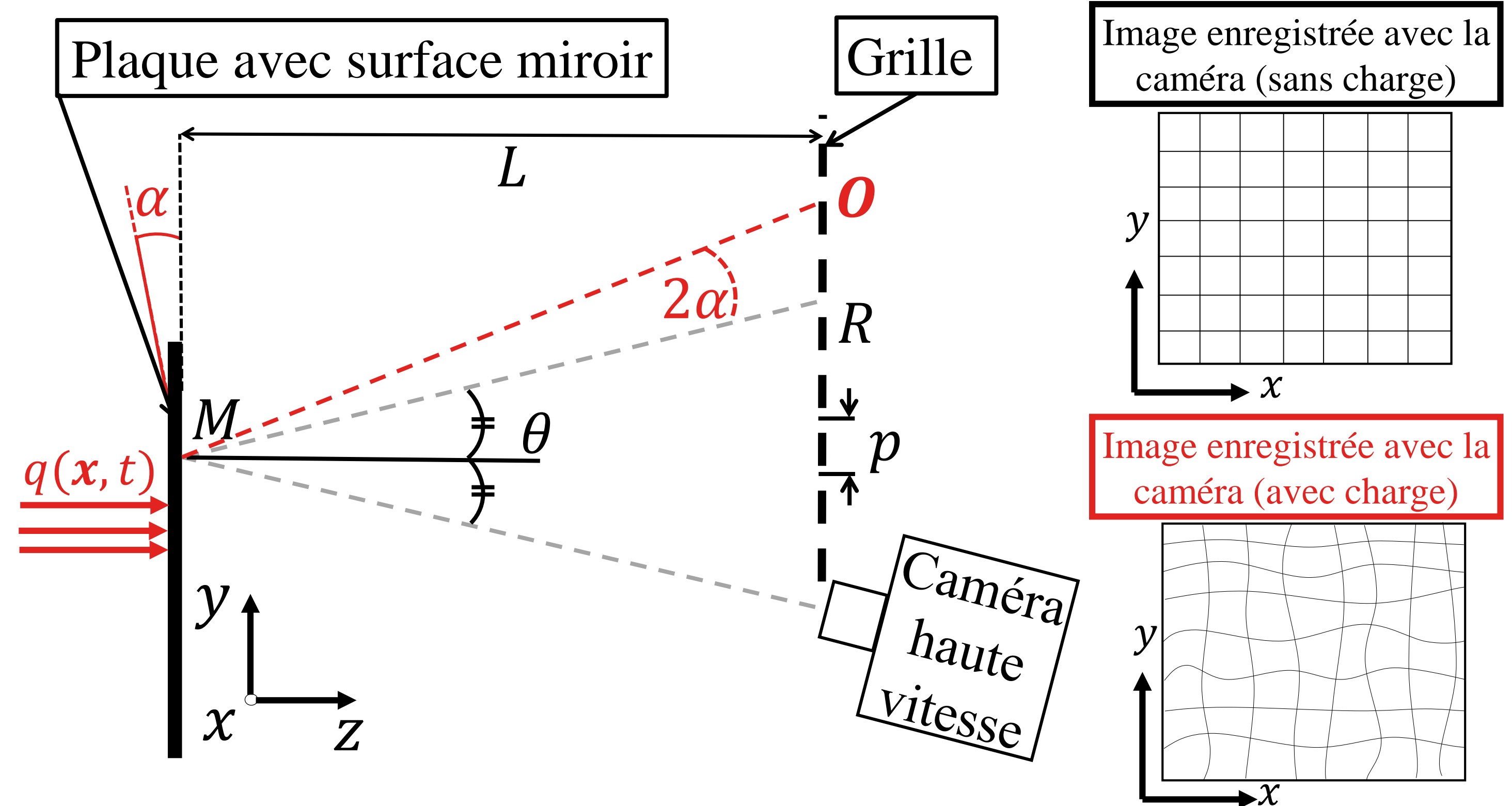


**Remerciement** : Les auteurs souhaitent remercier Dr Patrick O'Donoghue pour son aide et son apport de connaissance indispensable durant la réalisation des mesures.

### Référence

- [1] C. Pezerat, J.-L. Guyader, « Force analysis technique: reconstruction of force distribution on plates », Acustica United with Acta Acustica 86 (2000)
- [2] A. Berry, O. Robin, and F. Pierron, "Identification of dynamic loading on a bending plate using the Virtual Fields Method," Journal of Sound and Vibration, 2014.
- [3] P. O'Donoghue, O. Robin, et A. Berry, « Time-resolved identification of mechanical loadings on plates using the virtual fields method and deflectometry measurements », Strain, juin 2018

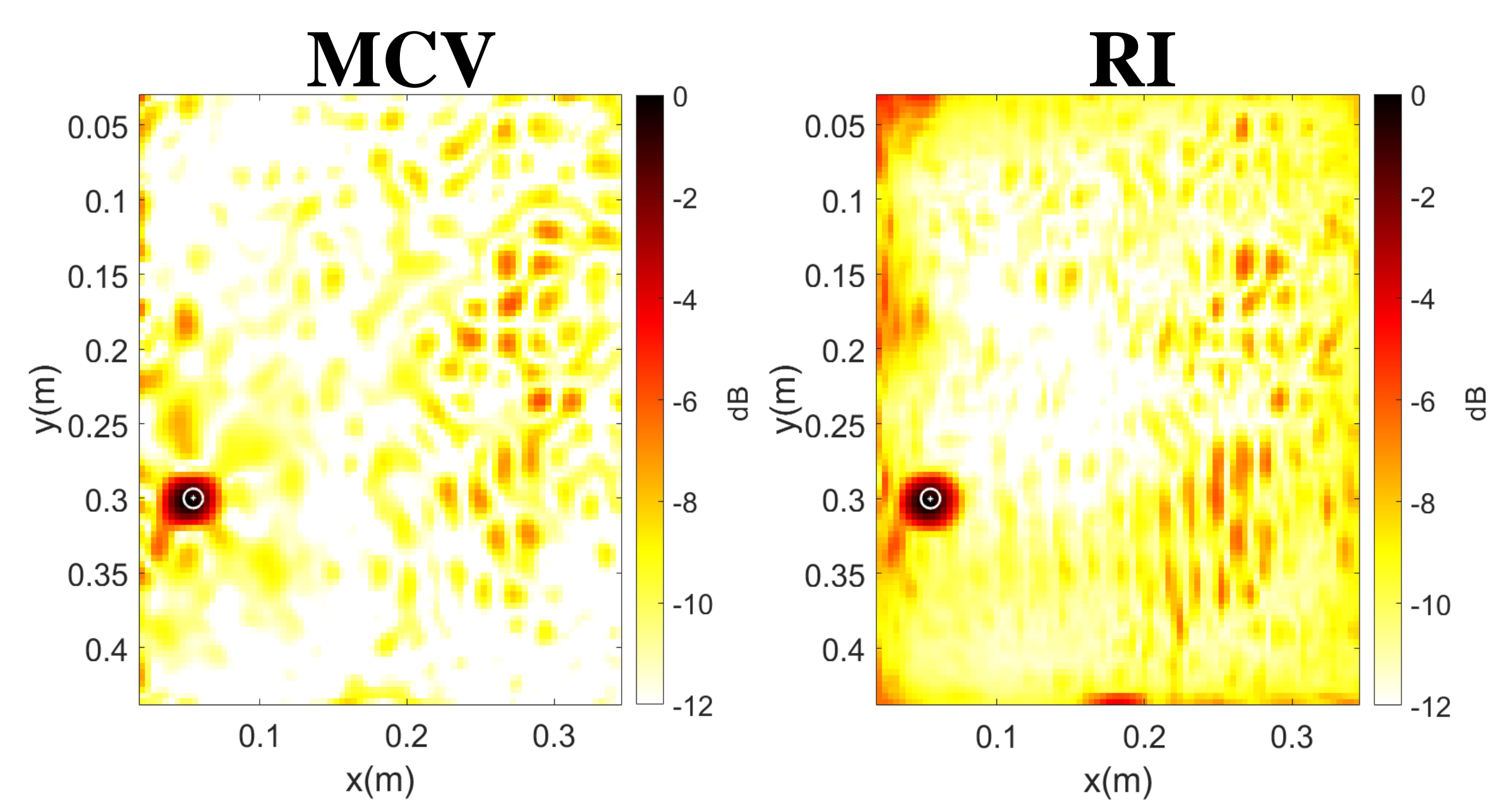
## III) Déflectométrie optique<sup>[3]</sup>



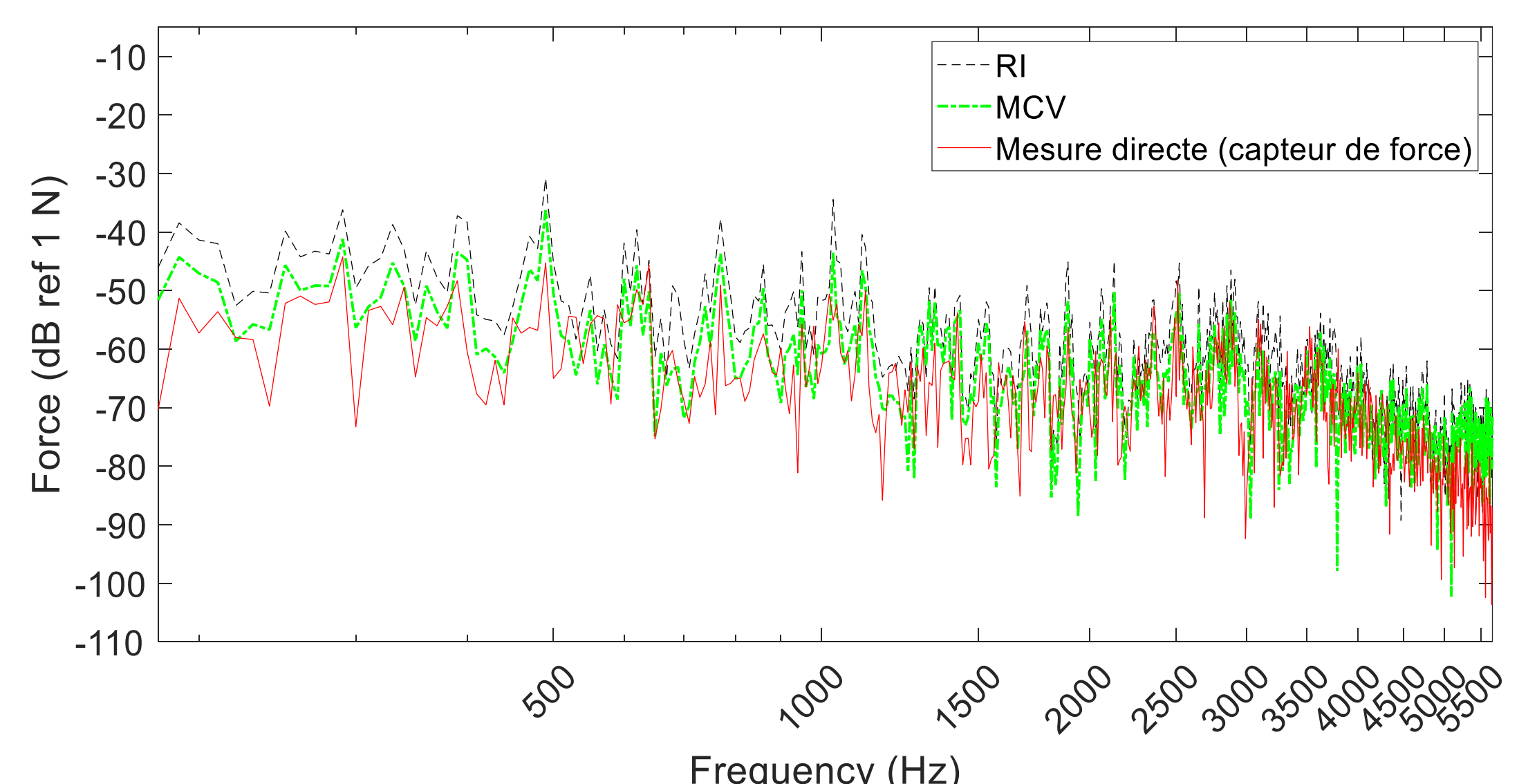
## IV) Résultats expérimentaux

### Montage expérimental :

- Signal d'excitation : Bruit blanc filtré sur 5 bandes octaves (250, 500 1000, 2000 et 4000 Hz)
- Signal : injecté par un pot vibrant
- Mesure de référence: capteur de force
- Structure : plaque d'aluminium simplement supportée



Force identifiée intégrée entre 180 et 5660 Hz (en dB avec une amplitude de 12dB et normalisée par la valeur maximale pour chaque carte)



Spectre de force (en dB, ref 1N) identifié avec RI (fine ligne noir pointillée) et MCV (fine ligne verte pointillée) et capteur de force (ligne rouge continue)