

Étude numérique du phénomène de super-résolution pour le retournement temporel acoustique dans un cadre déterministe

Bertrand THIERRY, Université Henri Poincaré (IECN) & INRIA (CORIDA)

Karim RAMDANI, INRIA (CORIDA) & Université Henri Poincaré (IECN)

Ce travail est consacré à l'étude numérique des phénomènes de focalisation par un miroir à retournement temporel (MRT). Ces appareils, conçus par M. Fink, sont composés de transducteurs pouvant jouer alternativement le rôle d'émetteur ou de récepteur. Le signal émis par une source ponctuelle s est mesuré, retourné temporellement et rétro-propagé par le MRT \mathcal{M} . L'onde ainsi émise est alors focalisée sur le point source s . Toutefois, la précision de la focalisation est limitée par la taille du miroir à retournement temporel. De nombreux travaux ont montré que la résolution de la focalisation est meilleure dans un milieu hétérogène que dans un milieu homogène (voir par exemple [1, 2]). Ce phénomène de *super-résolution* est dû à la présence de chemins multiples apparaissant entre la source et le miroir, ce dernier recevant alors plus d'information.

Dans un cadre déterministe, nous nous proposons d'étudier numériquement la super-résolution en régime harmonique et en milieu non dissipatif. Autrement dit, nous considérons l'équation de Helmholtz en milieu hétérogène, l'hétérogénéité étant constituée de nombreux petits diffuseurs entre la source et le MRT, comme illustré sur la figure 1.

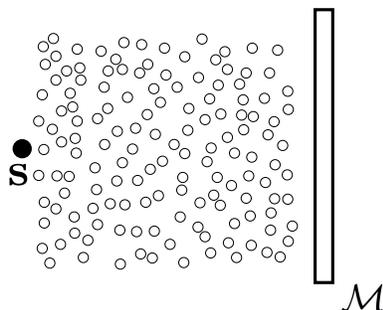


Figure 1: Exemple d'un milieu hétérogène

Nous comparons numériquement la précision de la focalisation du champ rétro-propagé au niveau du point source s en milieux homogène et hétérogène pour différentes valeurs de contraste. Nous présentons tout d'abord des résultats pour une fréquence et une réalisation de milieu. Nous verrons que, dans ce cas, le comportement des ondes varie grandement d'une réalisation de milieu à une autre, notamment pour de forts contrastes. Il est alors plus intéressant de comparer la précision de la focalisation en moyenne et nous proposons deux approches : une moyenne sur les réalisations du milieu, en mesurant la focalisation pour un grand nombre de milieux différents, et d'autre part une moyenne sur les fréquences, en considérant une source polychromatique. Ces résultats mettront clairement en évidence que l'introduction des petits diffuseurs améliore la précision de la focalisation (en moyenne).

Références

- [1] P. BLOMGREN, G. PAPANICOLAOU ET H. ZHAO, *Super-resolution in time-reversal acoustics*, The Journal of the Acoustical Society of America, 2002.
- [2] F. MATHIAS, J. DE ROSNY, G. LEROSEY ET A. TOURIN, *Time-reversed waves and super-resolution*, Comptes Rendus Physique, 2009.