
L'imagerie Acousto-Optique

Jean-Michel Tualle*¹, Maimouna Bocoum², François Figliolia², and François Ramaz²

¹Université Paris 13, Laboratoire de Physique des Lasers, Institut Galilée, 99 Avenue J.B. Clément, F-93430 Villetaneuse, France – Université Paris 13, Laboratoire de Physique des Lasers, Institut Galilée, 99 Avenue J.B. Clément, F-93430 Villetaneuse, France – France

²Institut Langevin - Ondes et Images (UMR7587) – Ecole Supérieure de Physique et de Chimie Industrielles de la Ville de Paris, Sorbonne Université, Centre National de la Recherche Scientifique – France

Résumé

Bien que de nombreuses modalités d'imagerie médicale soient aujourd'hui matures et largement utilisées, certaines problématiques ne sont pas adressées de manière complètement satisfaisante par les technologies existantes. En particulier, les mammographies de dépistage présentent (1) un risque cumulatif de faux positifs d'environ 40 à 60%, ce qui peut conduire à des biopsies inutiles et souligne le besoin d'une modalité d'imagerie à la fois plus spécifique et économiquement accessible.

Dans ce cadre, la spectroscopie optique diffuse est attractive car elle repose sur un rayonnement non ionisant et donne accès à des informations d'intérêt vital (2). La lumière dans l'infrarouge proche peut sonder les tissus en profondeur, mais sa propagation diffuse rend complexe toute application à l'imagerie. Une façon de répondre à cette problématique consiste à coupler l'optique diffuse aux ultrasons pour obtenir le meilleur des deux mondes: la résolution spatiale des ultrasons et les informations données par le contraste optique. Deux modalités sont actuellement étudiées, l'imagerie photo-acoustique et l'imagerie acousto-optique, et c'est la seconde qui fera l'objet de cet exposé.

L'imagerie acousto-optique (3) repose sur l'effet du même nom: en modulant l'indice de réfraction du milieu et en mettant en mouvement les particules diffusantes, une onde ultrasonore va moduler la phase de l'onde lumineuse qui la traverse, induisant ainsi un "marquage" de cette dernière. En filtrant cette lumière marquée, on sélectionne une partie de l'énergie diffuse qui a spécifiquement interagi avec l'onde ultrasonore, et on peut ainsi reconstruire une image à partir de différents motifs de marquage ultrasonore.

Pour mettre en œuvre cette méthode d'imagerie, il faut donc pouvoir filtrer la lumière marquée, ce qui permet la détection du signal acousto-optique, et avoir un protocole permettant d'obtenir une image à partir de différents profils d'ondes ultrasonores. Nous ferons une revue des solutions actuellement explorées pour ces deux points, et présenterons un état de l'art des performances actuellement obtenues dans ce domaine.

Références

(1) Ho T.H. et al, *Cumulative Probability of False-Positive Results After 10 Years of Screening With Digital Breast Tomosynthesis vs Digital Mammography*, JAMA Network Open **5**(3),

*Intervenant

e222440 (2022)

- (2) Pogue B.W. et al, *Quantitative hemoglobin tomography with diffuse near-infrared spectroscopy: pilot results in the breast*, *Radiology* **218** (1) (2001)
- (3) Ramaz F., Bocoum M., Louchet-Chauvet A., Tualle J.-M., *Techniques d'imagerie acousto-optique en milieux diffusants*, *Techniques de l'Ingénieur* R6724 (2024)