

Reconstruction de champs ultrasonores impulsionnels par déconvolution des effets spatio-temporels du transducteur récepteur

Wahiba DJERIR

Soutenue en: 2005

Abstract : Lors de la mesure de champs de pression ultrasonore, le signal délivré par le transducteur récepteur est affecté par les propriétés de transmission spatio-temporelles de ce dernier. En particulier, la pression est spatialement moyennée en raison de la taille finie du récepteur. De plus, le signal délivré par le transducteur récepteur peut subir une distorsion du fait des variations fréquentielles de sa fonction de transfert. Le but de ce travail est de développer des procédures permettant de déconvoluer les effets spatio-temporels du transducteur récepteur et de sa chaîne de réception, afin de reconstruire le champ ultrasonore avec une meilleure résolution spatiale et temporelle. Ceci constitue un problème inverse dont la résolution a nécessité, d'abord, l'étude du problème direct. Pour cela, nous avons simulé le champ impulsif d'un transducteur plan ainsi que la réponse impulsionnelle spatio-temporelle de la chaîne de réception. Ceci nous a permis de déterminer le signal de sortie de la chaîne représentant les « données de mesure ». Le transducteur récepteur considéré était un hydrophone à membrane en PVDF avec des ouvertures de géométrie et de dimensions variées (linéaire, rectangulaire et circulaire). La déconvolution de la réponse impulsionnelle temporelle, qui a été effectuée à l'aide d'un filtre inverse, a donné des résultats performants, quelles que soient les dimensions de l'ouverture et le niveau du bruit du signal « mesuré ». Les résultats de la déconvolution spatiale effectuée à l'aide d'un filtre de Wiener spatial bidimensionnel ont montré la dépendance de la qualité de la reconstruction du rapport signal sur bruit, de la largeur de bande des fréquences spatiales du champ de pression étudié et des dimensions de l'hydrophone. Bien que, les résultats obtenus dans le cas des hydrophones bidimensionnels montrent des écarts entre le champ reconstruit et celui de la pression rayonné (pour un rapport signal sur bruit faible), ceux obtenus, pour des hydrophones à ouverture linéaire (égale à quatre fois la longueur d'onde centrale de l'impulsion ultrasonore) sont d'une très bonne qualité.

Keywords : ultrason, hydrophone en PVDF, déconvolution, filtre inverse, filtre de Wiener