

UNIVERSITÉ DU MAINE
UFR SCIENCES ET TECHNIQUES
MASTER ACOUSTIQUE 2^{ÈME} ANNÉE

RAPPORT DE STAGE

Imagerie ultrasonore par inversion de formes d'onde

Alice DINSENMEYER

encadrée par :

Romain BROSSIER et Ludovic MOREAU
Maîtres de conférence, ISTerre

Année universitaire 2015-2016



Chapitre 1

Techniques d'imagerie par ultrason

L'objectif de ce chapitre est de présenter les principales méthodes multi-éléments utilisées pour l'imagerie ultrasonore.

Les transducteurs multi-éléments sont d'abord utilisés dans les années 70 pour l'imagerie médicale et sont aujourd'hui largement utilisés en contrôle de pièces industriels. Les éléments étant pilotables indépendamment, il est possible de leur appliquer une loi de retard permettant d'orienter le front d'onde ou de focaliser le faisceau excitateur. Cela permet notamment d'améliorer le rapport signal sur bruit et peut représenter un gain de temps car le balayage d'une pièce à inspecter peut être réalisé sans déplacement du transducteur.

En réception, ces transducteurs permettent de réaliser de la formation de voie dont on distingue trois principaux types de méthodes :

- les méthodes par retard et sommation,
- les méthodes dites "haute résolution",
- les méthodes basées sur la résolution de problème d'optimisation.

1.1 Représentation des données temporelles

Lorsque l'onde est perturbée par un changement des propriétés élastiques de son support, il est possible de l'observer directement sur les signaux temporels mesurés. Pour cela, différents modes de représentation sont utilisés. Les échographies peuvent être représentées en un point d'observation (Ascan), sur une ligne de balayage (Bscan) équivalent à une coupe transversale de la pièce, sur un plan de balayage (Cscan et Dscan) donnant une vue de surface et ne permettant pas une localisation en profondeur d'un réflecteur (cf figure ??).

Ce type d'analyse peut être réalisé avec des transducteurs mono-éléments. L'obtention d'une image 2D nécessite alors un balayage sur l'ensemble d'une surface de la pièce à contrôler.

En revanche, le Sscan ne peut être réalisé qu'avec des transducteurs multi-éléments. Il correspond à un ensemble de Ascans réalisés sans déplacement du transducteur mais en appliquant une loi de retard aux éléments permettant de réaliser un balayage du point focal. Le Sscan permet donc d'imager des pièces partiellement accessibles, et augmente la probabilité de repérer un défaut en offrant plusieurs angles d'observation.

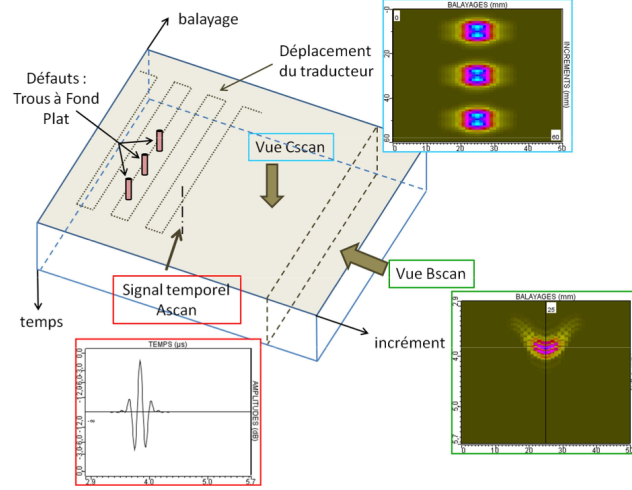


FIGURE 1.1 – Schéma des différents modes de représentation des signaux temporels (extrait de Bannouf (2013)).

Cependant, la localisation dans la pièce des réflecteurs à l'origine des différents échos visibles sur les signaux temporels mesurés n'est possible que si la vitesse de propagation des ondes est connue.

Si la vitesse du milieu de propagation est connue, il est possible de localiser les réflecteurs à l'origine des différents échos visibles sur les signaux temporels mesurés. Les Bscans dits "vrais" sont des Bscans sur lesquels des corrections liées à la vitesse ou à l'angle d'incidence sont appliqués.

1.2 Méthodes par retard et sommation

Ces données temporelles peuvent aussi être post-traitées de manière à obtenir une représentation spatiale de la pièce.

On peut citer par exemple la méthode TFM (Holmes et al., 2005) qui consiste à traiter un ensemble de Ascans de façon à reproduire une focalisation en tout point de la zone inspectée. L'intensité I de l'image au point de coordonnées \mathbf{r} est alors donnée par la relation suivante :

$$I(\mathbf{r}) = \sum_r \sum_t s_{r,t} \left(\frac{|\mathbf{r} - \mathbf{r}_r| + |\mathbf{r} - \mathbf{r}_t|}{c} \right),$$

où \mathbf{r}_r et \mathbf{r}_t sont les positions des récepteurs et des émetteurs, $s_{r,t}$ sont les signaux temporels pour chaque couple émetteur-récepteur et c est la vitesse de l'onde dans le milieu de propagation.

TFM ? : remplissage de matrice avec plein de ASCAN puis focalisation synthétique en tous les points de la pièce -> meilleure couverture, meilleure sensibilité

TFM, SAFT, TOFD

1.3 Méthodes hautes résolution

1.4 Résolution de problème d'optimisation

variété d'éléments

dort : adapté en milieu hétérogène a géométrie complexe, puisque tire profit des réflexions multiples. "They are all based on an a priori knowledge of the geometry and acoustic properties of the sample and assume that the ultrasound velocity is known and constant in each medium" prada 2002

Antenne réseau à phase variable

hohne_2012 pour images SAFT

gardahaut pour propagation de rai CIVA

+acoustique non-linéaire : Nonlinear signal processing for ultrasonic imaging of material complexity (dos santos) par ex

1.5 Imagerie de soudure

Lesquelles marchent, lesquelles marchent pas

Bibliographie

Souad Bannouf. *Développement et optimisation de méthodes d'imagerie synthétique pour le contrôle non-destructif par ultrasons de composants industriels complexes*. PhD thesis, Univeristé Paris Diderot Paris 7, 2013.

C Holmes, B. W. Drinkwater, and P. D. Wilcox. Post-processing of the full matrix of ultrasonic transmit–receive array data for non-destructive evaluation. *NDT&E International*, (38) :701–711, 2005.