

APPLICATION DES PHASED ARRAY MATRICIELS POUR LE CONTRÔLE ULTRASONORE SUR TUBE

APPLICATION OF 2D ARRAYS FOR ULTRASONIC TUBE INSPECTION

A. Noël, F. Lesage, B. Bisiaux
Vallourec & Mannesmann France – Centre de Recherche Vallourec (CEV)
60, route de Leval, BP 20149, 59620 Aulnoye-Aymeries
E-mail : alexandre.noel@vallourec.fr

Résumé

L'inspection sur tubes s'oriente de plus en plus en fonction des demandes clients vers une recherche de défauts d'orientations diverses. La technologie multi éléments a permis durant les dernières années de faire évoluer le contrôle ultrasonore en le rendant plus flexible. Les capteurs multi éléments linéaires permettent en effet par exemple la recherche de défauts d'obliquités voisines de celle recherchée sans mouvement mécanique du transducteur. Les capteurs multi éléments matriciels laissent maintenant entrevoir la possibilité d'un travail dans l'espace alors que celui-ci était limité à un plan avec les précédents. Avec une même position du transducteur matriciel, il a été démontré que la totalité des orientations possibles étaient détectables.

La capacité d'un tel capteur à produire un faisceau orientable dans l'espace se présentant devant lui offre donc une flexibilité accrue au contrôle et permet ainsi une diversité importante des inspections réalisables avec la même position mécanique du transducteur.

Abstract

The client demands in terms of ultrasonic inspection on pipes are going more and more in the direction of the detection of flaws with various orientations. The phased array technology allowed during the few last years an evolution in the ultrasonic inspection with an increase of flexibility. The linear phased array transducers allows for example the inspection of flaws with a direction near to the one researched without any mechanical movement of the transducer. The two dimensional phased array transducers let now the possibility to work in the whole space since it was limited to a plan with the previous ones. With a same position of the matrix transducer, it was demonstrated that the totality of the defect orientation were detectable.

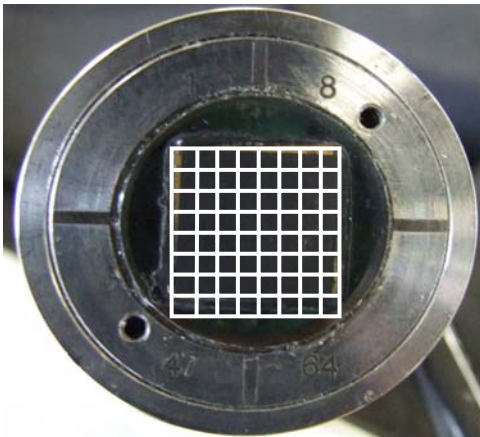
The capacity of such a transducer to product a beam controllable in the space offers then increased possibilities for the tube inspection and allows an important diversity in the inspections with no mechanical setting of the transducer.

INTRODUCTION

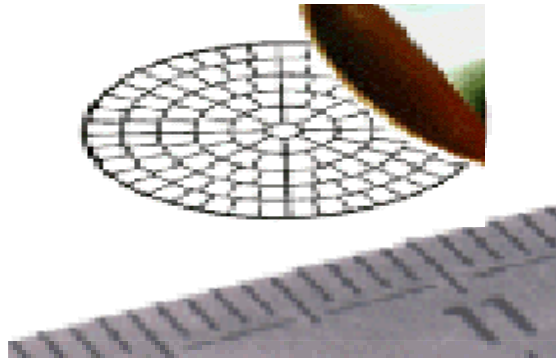
Durant ces dernières années, la technologie phased Array a pris une place de plus en plus importante dans l'évolution des contrôles non destructifs par ultrasons. Au sein du groupe Vallourec, des installations industrielles sont utilisées depuis 2000, avec des capteurs linéaires. Cette technologie permet de réaliser des balayages électroniques, focalisations ou déviations du faisceau ultrasonore dans le plan de coupe des éléments.

A l'heure actuelle, les capteurs phased array évoluent et les fournisseurs proposent des découpages différents des éléments. L'objectif est alors le contrôle complet du faisceau ultrasonore de manière électronique. Les capteurs phased array 2D offrent dans cette perspective, deux avantages clés qui sont la possibilité d'entreprendre une série d'inspections différentes avec une même position du capteur et la possibilité d'acquisitions d'images provenant de ces différentes inspections à chaque position de contrôle.

Les géométries de ces capteurs peuvent être très variées, mais les plus communes restent les matrices et les capteurs sectoriels présentés ci dessous.

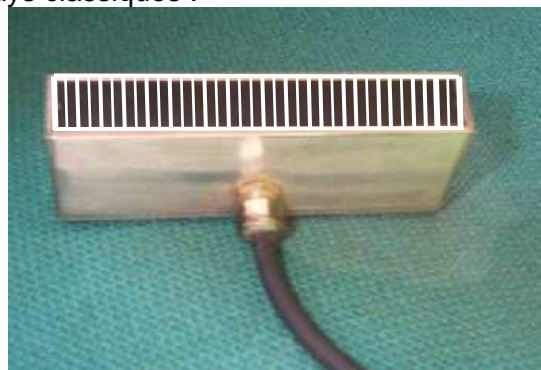


Matrice carrée



Sonde sectorielle

Ces deux types de capteurs présentent des évolutions possibles conséquentes comparées aux capteurs phased arrays classiques :



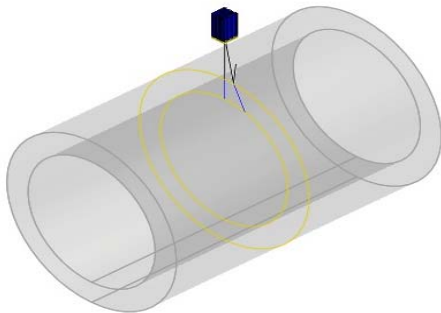
Classical phased array transducer

POSSIBILITES TECHNIQUES

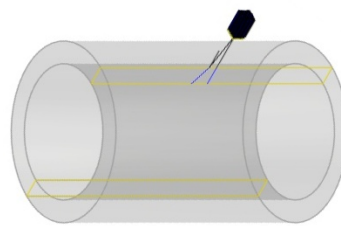
Le point qui reste le plus intéressant dans les capteurs multi-éléments 2D en ce qui concerne le contrôle sur tube est la possibilité de dévier le faisceau ultrasonore dans l'espace. Les défauts produits étant en effet d'orientations diverses, l'inspection doit être adaptée à chaque type. Avec l'utilisation du phased array classique, les défauts jusqu'à 20° d'obliquité pouvaient être détectés avec le capteur utilisé pour le contrôle des défauts longitudinaux. Néanmoins, deux autres capteurs devaient être ajoutés pour le contrôle de l'épaisseur et des défauts transversaux.

Avec les capteurs phased array 2D, la capacité du capteur à dévier et focaliser le faisceau dans toutes les directions permet de détecter les différentes obliquités de défauts avec une position centrale du traducteur. Sur les photos suivantes sont présentées les différentes possibilités.

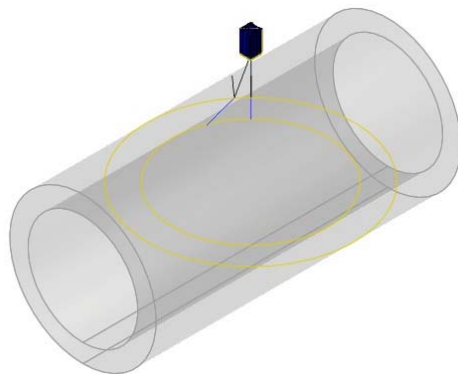
Les différents types d'inspection (utilisation de dessins extraits du logiciel CIVA)



Inspection des défauts longitudinaux



Inspection des défauts transversaux



Inspection des défauts obliques (exemple: 45 degrés)

Nous avons donc présenté les possibilités théoriques d'une telle sonde. Le principal avantage reste l'absence de réglage mécanique du transducteur. Tout est effectué de manière électronique afin de pouvoir réaliser les différentes inspections présentées ci dessus.

La sonde utilisée

La sonde utilisée pour la réalisation des essais de validation est une matrice carrée de 64 éléments (8X8) de 2MHz.

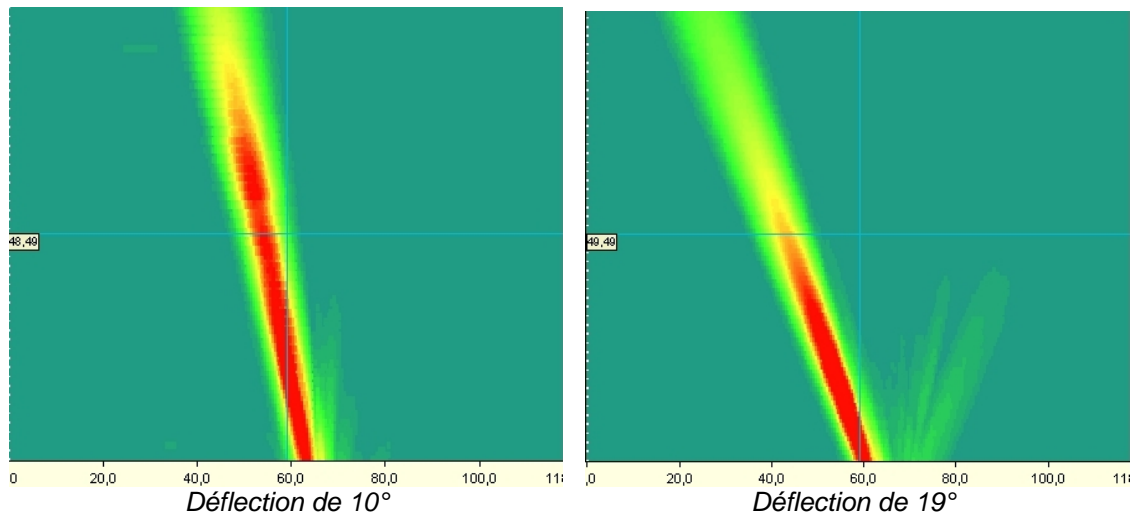


La sonde utilisée pour les essais

LES ESSAIS REALISES

Tracés de faisceaux

Les premiers essais ont été réalisés en cuve afin de visualiser le faisceau construit avec différentes lois de retard. Pour cela, un réflecteur a été déplacé devant le traducteur dans le plan de déflexion.



Cet essai a été réalisé dans différents plans de déviation afin de valider la possibilité de travailler dans l'espace.

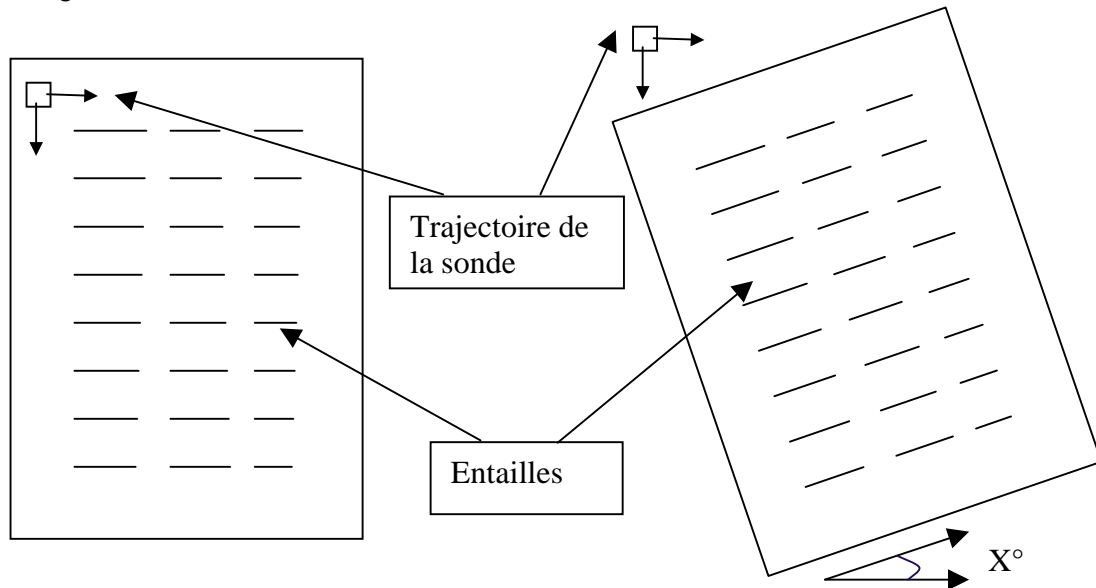
Comme le démontrent les acquisitions présentées ci-dessus, cet essai nous a ainsi permis de valider la possibilité de défléchir le faisceau ultrasonore dans l'espace en conservant un bon rapport signal sur bruit.

Essais sur plaque

Une plaque en acier d'un centimètre d'épaisseur a été utilisée pour la suite des essais. Vingt et une entailles de profondeur 0.5 mm et de longueurs différentes ont été réalisées sur cette plaque.

La plaque a alors été positionnée dans différentes directions afin de simuler des défauts de différentes orientations. Le traducteur a alors été déplacé au dessus de la plaque avec les lois de retard correspondantes à l'orientation recherchée afin de valider leur détection.

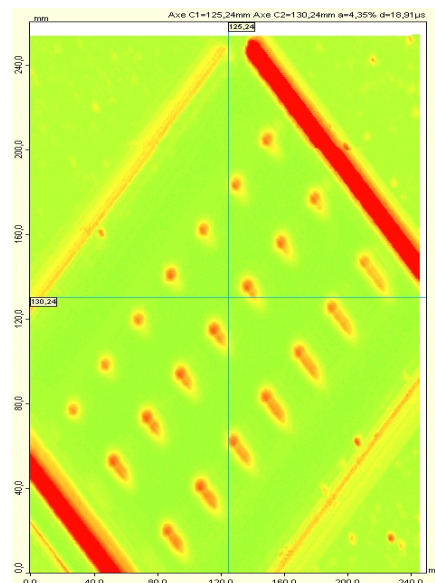
La configuration de l'essai était la suivante :



Simulation de défauts longitudinaux

Simulation de défauts d'obliquité X°

Cet essai nous a donc permis de valider la possibilité de détecter les défauts de différentes orientations.

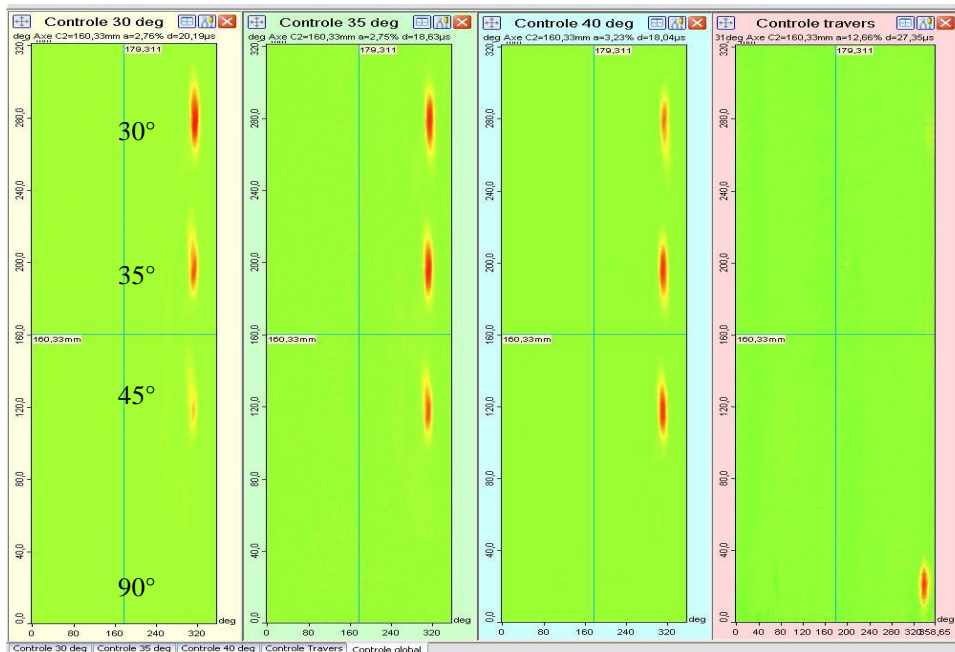


Exemple de mesure à 45°

Essais sur tubes

Suite aux essais en cuve, une bonne connaissance de la technique a permis de passer aux mesures sur tubes. Les essais ont été réalisés sur des tubes de différentes dimensions. Les résultats présentés sont des mesures sur des tubes de diamètre 96 mm et d'épaisseur 12mm. Des défauts artificiels de profondeur 0.6 mm et d'orientations diverses avaient été réalisées sur ces derniers.

La sonde a été positionnée en perpendicularité par rapport au tube comme pour une mesure d'épaisseur. Des tirs ont ensuite été réalisés dans les différentes directions afin de rechercher les obliquités présentes sur le tube. Les mesures réalisées ont donné de bons résultats avec une détection des différents défauts artificiels sur un signal présentant un très bon rapport signal sur bruit (>18dB).



Exemple d'acquisition de 4 obliquités différentes (30, 35, 45 et 90°)

CONCLUSION

Premièrement, la possibilité de défléchir le faisceau dans l'espace a été validée à l'aide de cartographies représentant ces derniers.

Ensuite, l'efficacité de tels capteurs a été démontrée sur des mesures effectuées sur des défauts artificiels réalisés dans différentes orientations. Les résultats obtenus ont montré une bonne sélectivité sur l'orientation recherchée et un bon rapport signal sur bruit sur les profondeurs de défauts communément utilisées pour le contrôle sur tube.

Grâce aux essais réalisés, différentes possibilités des sondes matricielles 2D ont été validées. Ces mesures ont ainsi permis d'effectuer la validation acoustique des mesures sur tube avec un tel capteur.

Les principaux avantages de la technique détectés à ce point de la validation sont la possibilité de détecter l'ensemble des orientations de défauts à l'aide du même capteur et le contrôle du capteur de manière électronique qui évite ainsi les réglages mécaniques.