

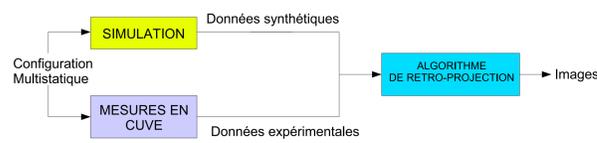
Imagerie Multistatique Pour Le Sonar Passif

CAROLINE HERVÉ¹, JEAN-PIERRE SESSAREGO¹, RÉGINE GUILLERMIN¹, FRANÇOISE SCHMITT², FRANCK DAOUT²

¹Laboratoire de Mécanique et d'Acoustique (CNRS – UPR 7051), 31 Chemin Joseph Aiguier, 13402 Marseille Cedex 20
²Groupe d'Electromagnétisme Appliqué, Université de Paris X, 1 Chemin Desvalières, 92410 Ville d'Avray

RÉSUMÉ

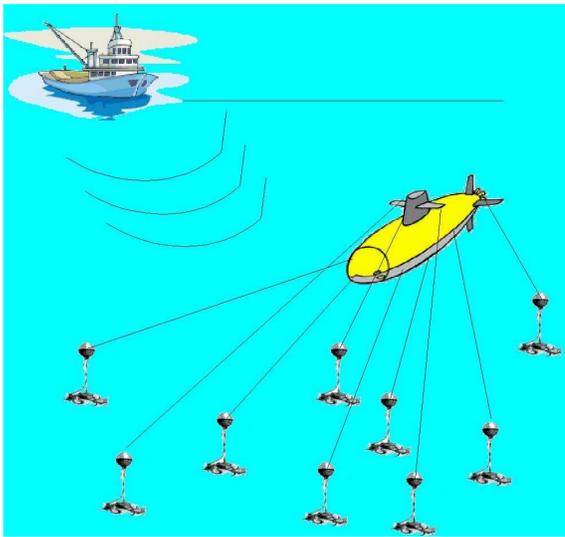
Objectif : transposer l'algorithme de rétro-projection utilisé en imagerie radar bistatique [1] au cas de l'imagerie sonar multistatique [2].
Cibles canoniques : cylindres circulaires, élastiques, pleins et infinis pour pouvoir simuler les données.
Mesures en cuve : avec les mêmes cibles.



- simulations et mesures => mêmes résultats,
- possibilité de faire de la détection,
- présence de nombreux lobes => problème localisation et classification.

I Contexte de l'étude et hypothèses

1. Scénario en Acoustique Sous-Marine



2. Hypothèses de l'étude

- Connaissance de la source (position, signal)
- Connaissance parfaite des positions de réception
- Champ libre
- Champ lointain
- Cible 2D

II Processeur d'Images

Reconstruction d'images de cylindres par rétro-projection

1. Hypothèses

- Réponse cible = somme de points brillants
- Diagrammes d'antennes isotropes et invariants avec la fréquence
- Signal émis = impulsion

2. Algorithme de Rétro-projection

L'intensité de chaque pixel est calculé de la manière suivante [2] :

$$I(x, z) = \sum_m \sum_n s(t_n, \theta_m) \delta(t_n - \Delta\tau_m(x, z)) \quad (1)$$

Avec $\tau_m(x, z) = \frac{R_1(x, z) + R_2(x, z, \theta_m)}{c}$

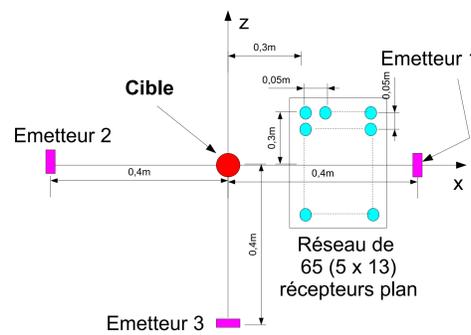
$$I(x, z) = \sum_m \sum_n s(t_n - \Delta\tau_m(x, y)) \quad (2)$$

III

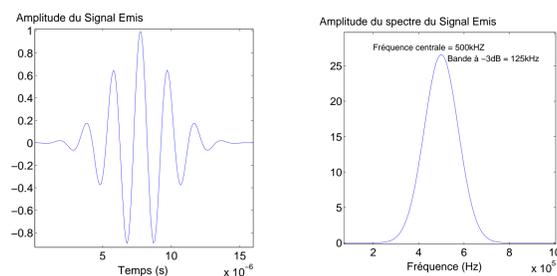
Paramètres expérimentaux et de simulation

Système d'acquisition de données

1. Disposition des transducteurs



2. Signal émis



3. Cibles canoniques

Cibles = cylindres circulaires, élastiques (acier inoxydable, densité : $\rho = 7.9$, $C_t = 5790m/s$, $C_l = 3100m/s$), pleins et infinis suivant (Oy).
Deux diamètres 1.1mm et 10mm $\Rightarrow ka = 1.15$ et 10.47, a = rayon

IV Acquisition des données

Champ diffracté par un cylindre circulaire élastique

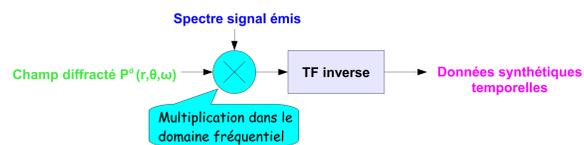
1. Calcul par une série modale

- Hypothèses étude
 - cible canonique : cylindre circulaire, élastique, plein, infini suivant (Oy)
 - fluide : non visqueux, non dissipatif, de densité ρ_0 , vitesse de propagation des ondes : c_0
 - onde incidente : plane monochromatique $p_0 e^{i(k_0 x - \omega t)}$ où $k_0 = \frac{\omega}{c_0}$
- En un point $M(r, \theta)$, le champ diffracté par le cylindre s'écrit comme une série modale [3][4][5] :

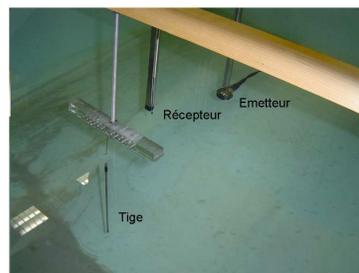
$$p^d(r, \theta, \omega) = p_0 \sum_{n=0}^{\infty} \epsilon_n i^n R_n(x_0) H_n^{(1)}(kr) \cos(n\theta)$$

$R_n(x_0)$: informations sur la nature et la forme du cylindre.

$H_n^{(1)}(kr)$: propagation de l'onde du récepteur au cylindre.



2. Champ mesuré en cuve au LMA

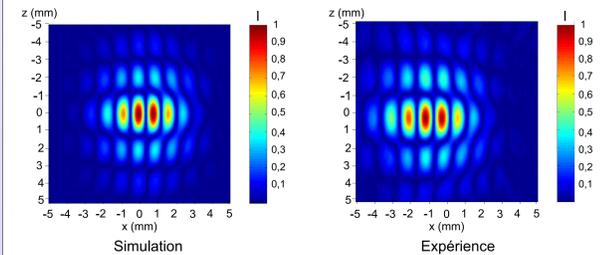


Etalonnage :

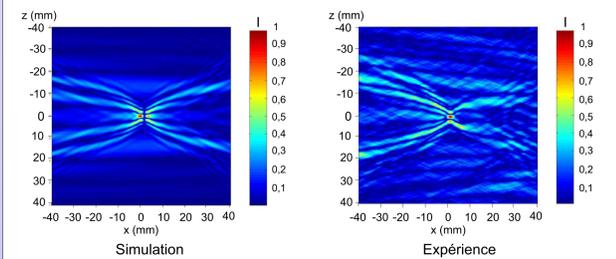
$$p^{diff} fracté(r, \theta, t) = p^{mesuré} \text{ en présence de cible}(r, \theta, t) - p^{mesuré} \text{ en l'absence de cible}(r, \theta, t)$$

V Images obtenues

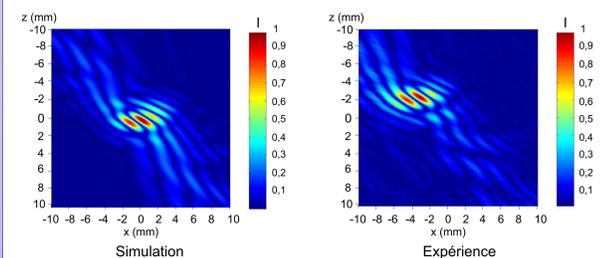
1. Images d'un cylindre de diamètre 1.1mm avec l'émetteur 1



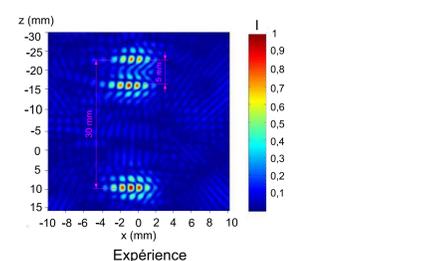
2. Images d'un cylindre de diamètre 1.1mm avec l'émetteur 2



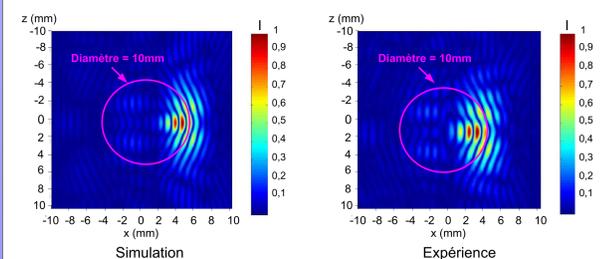
3. Images d'un cylindre de diamètre 1.1mm avec l'émetteur 3



4. Image de 3 cylindres de diamètre 1.1mm avec l'émetteur 1



5. Images d'un cylindre de diamètre 10mm avec l'émetteur 1



VI Conclusion et perspectives

- Accord entre les mesures et les simulations,
- Ce système permet de faire de la détection,
- Nombreux lobes => Problème de localisation des cibles,
- Algorithme de rétro-projection lent⁶ mais précis => adaptation dans le domaine fréquentiel ?
- Perspectives : Adaptation de l'algorithme (forme et nature des cibles), filtrage adapté par le signal émis, autre géométrie, recombinaison incohérente ou cohérente des images avec les 3 positions d'émission.

⁶pour une image de 400x400 pixels cela prend environ 20min

Références

- [1] F.Daout, G.Ginolhac, F.Schmitt, M.Lesturgie, *Passive Bistatic Imagery of Targets Modelled by NEC*, International Conference on Radar Systems, Toulouse, Octobre 2004.
- [2] F.Daout, F.Schmitt, R.Guillermin, J.P.Sessarego, *Processeur d'Image pour un Sonar Multistatique*, Colloque National de Recherche en IUT, Rouen, Mai 2005.
- [3] P. M.Morse, H.Feshbach, *Methods of Theoretical Physics (Second Part)*, Edition : International Series in Pure and Apply Physics, Chapitre 11 : The wave equation, p.1387-1398.
- [4] P. M.Morse, *Vibration and Sound*, Edition : International Series in Pure and Apply Physics, Chapitre 7 : The radiation and scattering of sound, p.347-352.
- [5] L.Flax, G. C.Gaunaurd, H.Übertal, *Theory of Resonance Scattering*, Physical Acoustics Vol. XV, p.191-293.