

ETUDE DE SIMULATION SUR LA DETECTION DE DEFAUTS DANS UN RESEAU DE RETASSURES

| Souad BANNOUF, Sébastien LONNE, Fabrice FOUCHER,
| Jérôme DELEMONTÉZ, Laetitia CHAPPAZ



Plan de la présentation

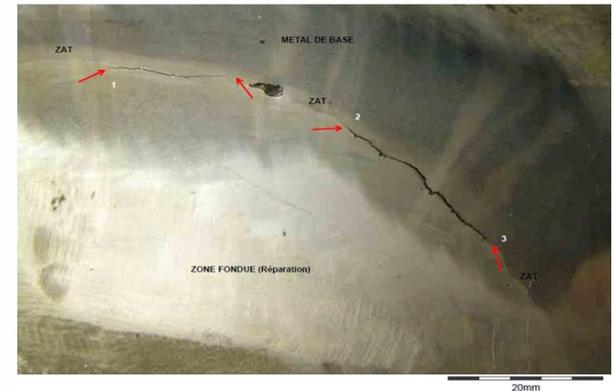
- | Contexte et objectifs
- | Pièce et défauts contrôlés
- | Evaluation d'un contrôle monoélément
- | Evaluation de la technologie multiéléments
- | L'imagerie par Focalisation en Tous Points (FTP)
 - Principe
 - Imagerie en mode direct
 - Imagerie en mode « écho de coin »
- | Conclusion

Contexte et objectifs

- | Centrales de production hydraulique et thermique de EDF :
 - Nombreuses pièces en acier ferritique moulé
 - Soumises à diverses contraintes : corrosion, fatigue thermique, fluage...

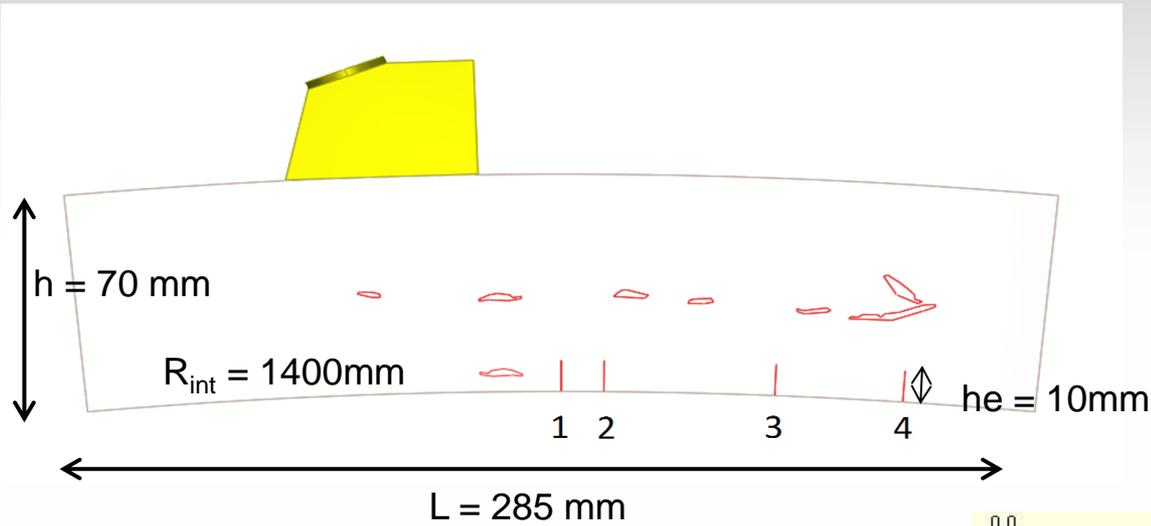
- | Contrôle CND par ultrasons :
 - Détection de défauts présents depuis la fabrication : retassures

- | Les retassures :
 - Présentes sous forme de réseaux
 - Non nocives
 - Positionnées à mi-épaisseur
 - → ombrage de défauts plans potentiellement critiques débouchants en fond de pièce



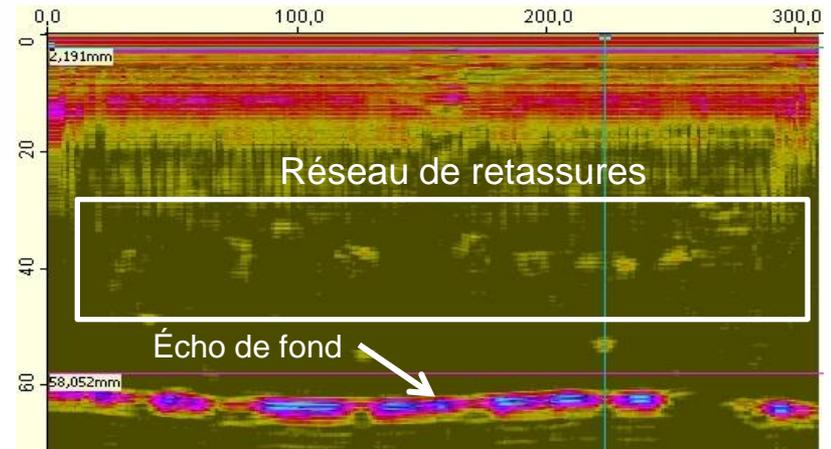
Objectif : Etude de faisabilité d'un CND par ultrasons pour la détection d'entailles malgré le réseau de retassures.

Pièce et défauts contrôlés



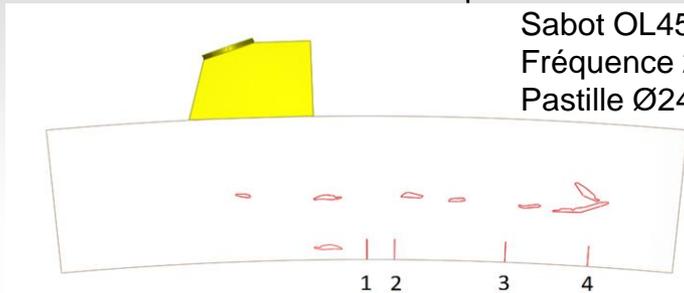
Acier ferritique isotrope
 $V_L = 5900 \text{ m/s}$
 $V_T = 3230 \text{ m/s}$

Retassures définies par le contour à -6dB sur une acquisition réalisée chez EDF-DTG avec un transducteur flexible (TCI) de fréquence 2MHz en mode manuel



Evaluation d'un contrôle monoélément

Capteur monoélément :
Sabot OL45°
Fréquence 2MHz
Pastille Ø24 mm

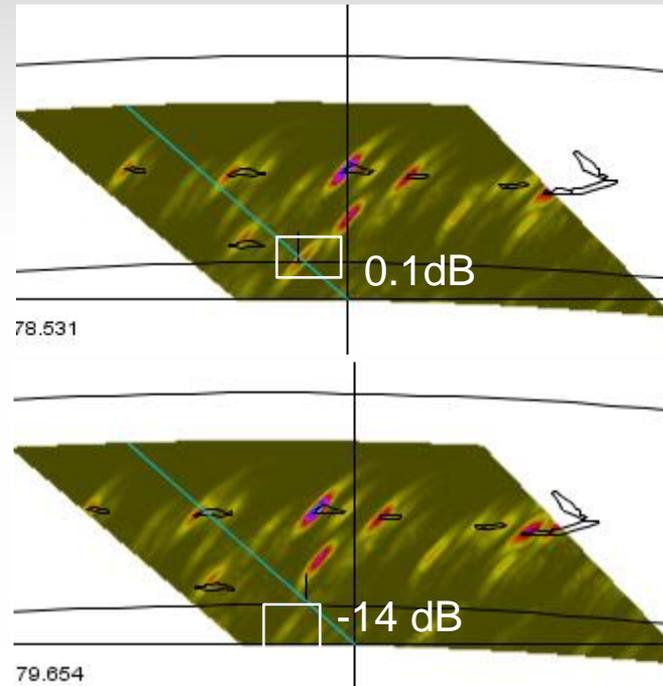


☐ Position 1 :

- Entaille bien détectée
- Écho de coin bien positionné

☐ Position 2 :

- Entaille mal détectée (-14 dB)
- Écho de coin mal positionné

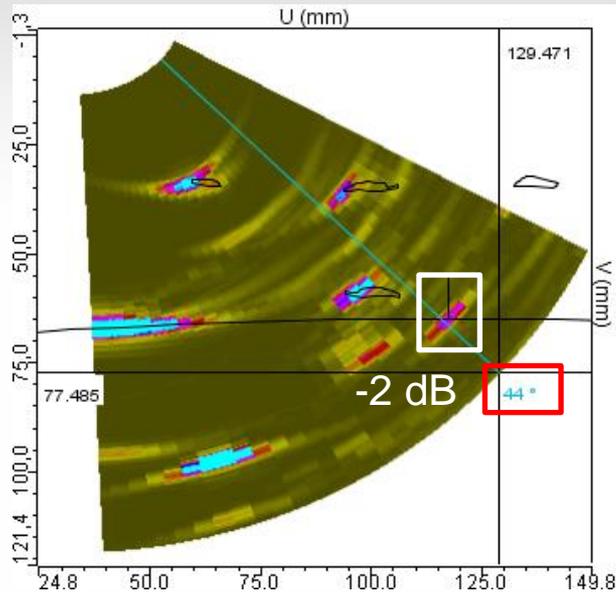


Les retassures sont responsables de l'**ombrage** de l'entaille en position 2 mais pas en position 1.

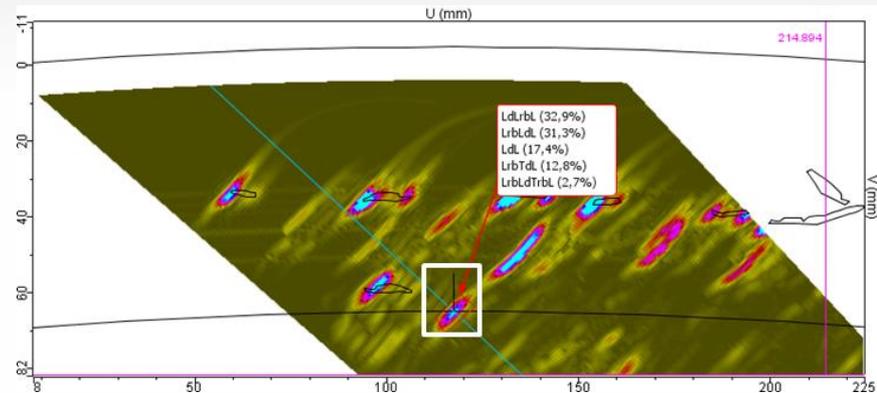
Le contrôle US en monoélément ne permet pas de détecter correctement toutes les entailles de la pièce

Evaluation de la technologie multiéléments

Position 1



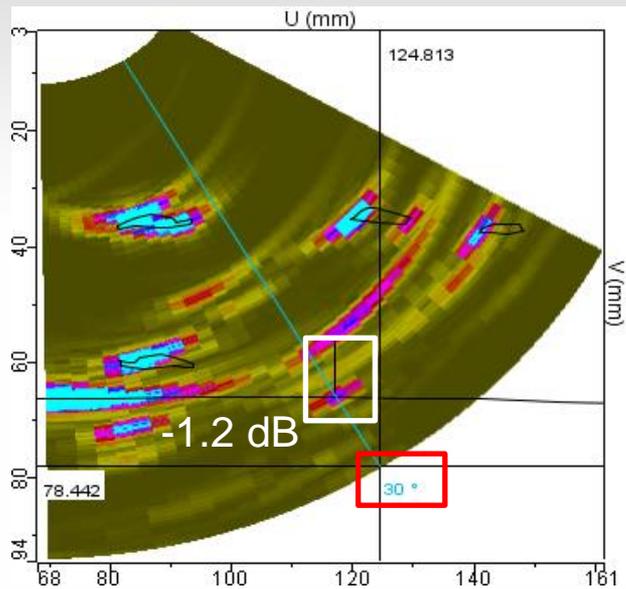
Capteur multiéléments : Sabot OL45°, 48 éléments, Pitch 0.8mm,
Fréquence 2.25 MHz



- Comme pour l'inspection monoélément en L45, le contrôle avec le multiélément permet de détecter correctement l'entaille.
- La détection est optimisée pour un angle d'attaque de 44°

Evaluation de la technologie multiéléments

Position 2



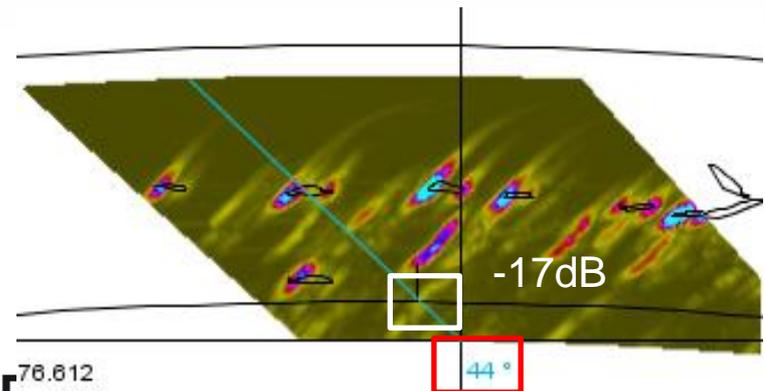
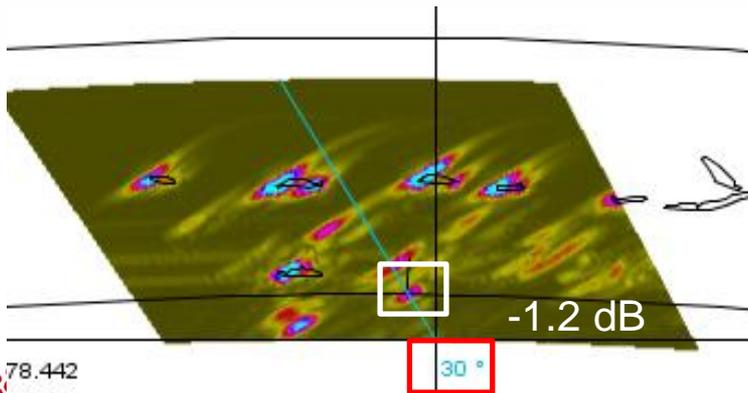
Capteur multiéléments : Sabot OL45°, 48 éléments, Pitch 0.8mm, Fréquence 2.25 MHz

L'entaille est détectable avec le capteur multiéléments contrairement au contrôle monoélément

Angle de détection optimal = 30°

Multiéléments :

- Inspection selon plusieurs angles avec le même capteur
- Focalisation : amélioration de la résolution
→ Contrer l'ombrage des retassures



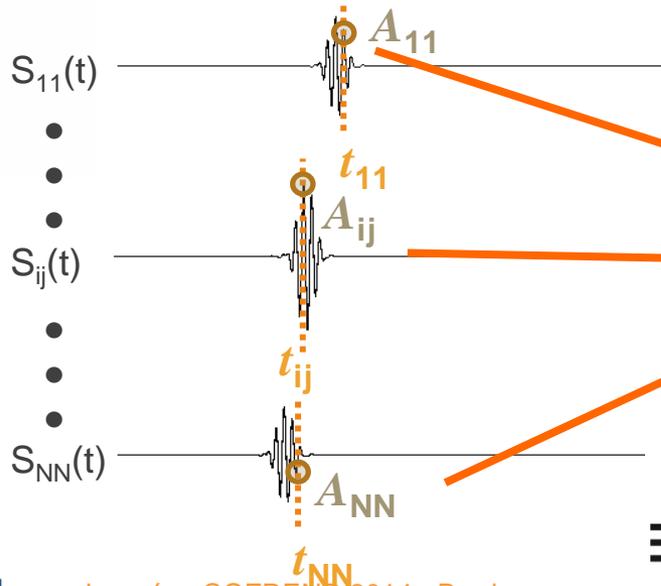
L'imagerie FTP : principe

□ Etape 1 : acquisition FMC (Full Matrix capture)

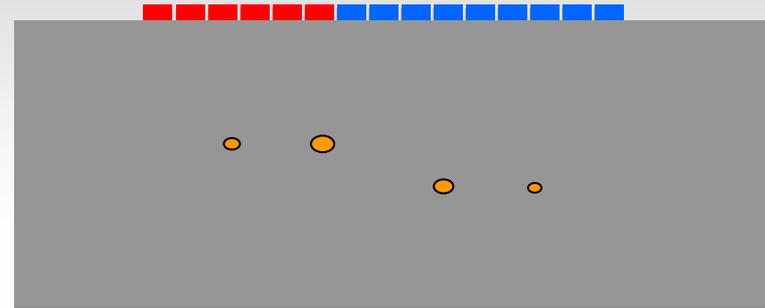
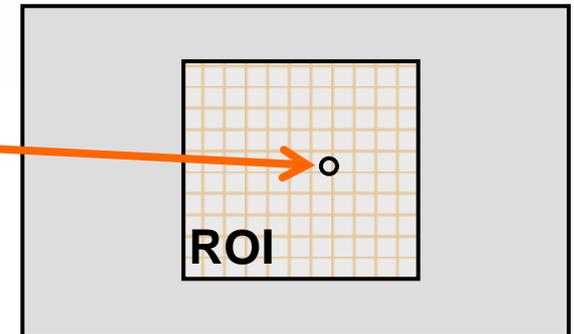
- 1 élément à l'émission, N éléments à la réception
- Acquisition d'une matrice de dimension $N \times N$

□ Etape 2 : Construction de l'image FTP

Focalisation *a posteriori* par **sommation** cohérente de tous les signaux reçus $S_{ij}(t)$ pour **tous les points** P de la zone de reconstruction



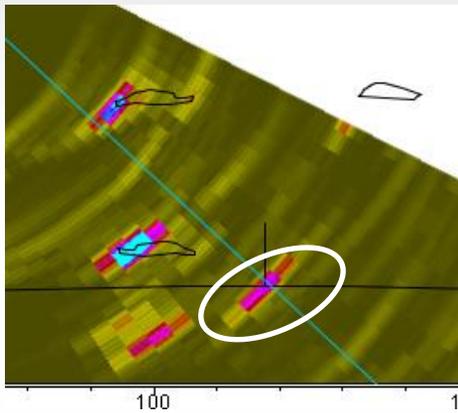
Algorithme : Calcul des temps de vol $T_{ij}(P)$ pour tous les couples émetteur/récepteur (i,j)



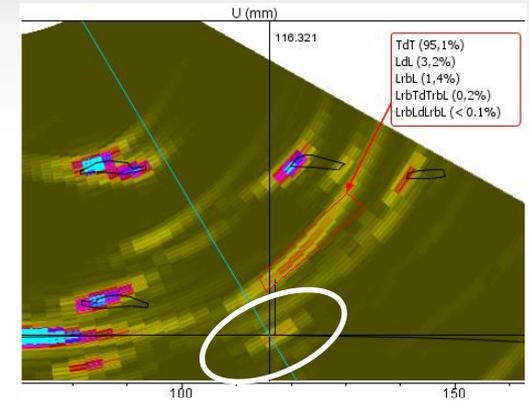
Imagerie FTP en mode direct LL

Mode direct : trajets ultrasonores directs traducteur → point à imager

Position 1



Position 2



images FTP
≈
Images écho

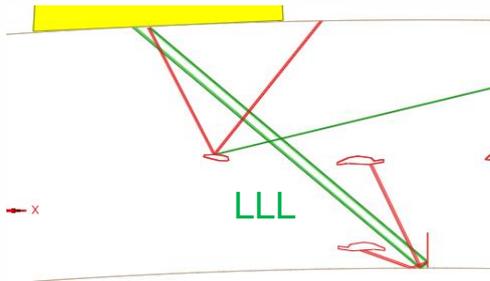
Imagerie
échographique

Imagerie FTP

Imagerie FTP en mode écho de coin

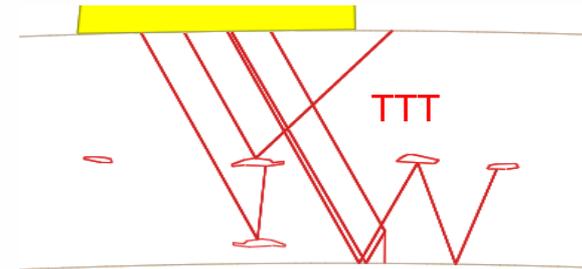
Mode écho de coin : prise en compte de la réflexion de l'onde sur le fond + interaction spéculaire avec le défaut

Position 1

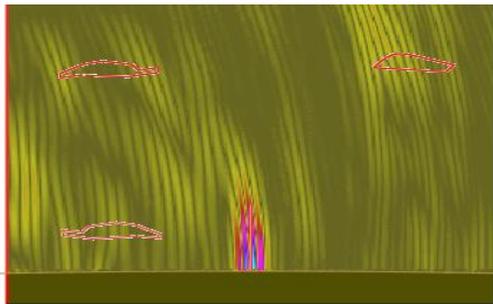


Utilisation du tracé de rayon pour déterminer un mode de reconstruction pertinent

Position 2



- ❑ Entaille imagée sur toute sa longueur → confirmation de l'origine de l'écho
- ❑ Pas d'échos de retassures



Conclusion

Evaluation de la faisabilité de la détection d'une entaille débouchant en fond d'une pièce en acier moulé ferritique et située sous un réseau de retassures positionné à mi- épaisseur

- ❑ Inspection conventionnelle en monoélément OL45
 - Mise en évidence de l'ombrage de l'entaille par les retassures
 - Angle d'inspection non optimal pour toutes les positions

- ❑ Apport d'une sonde multiéléments :
 - Balayage angulaire et focalisation pallient les effets de l'ombrage
 - Détection pour toutes les positions
 - Echo de coin uniquement → problème d'identification

- ❑ Imagerie FTP :
 - Mode direct \approx balayage angulaire focalisé
 - Mode écho de coin : entaille imagée sur toute sa longueur → lever le doute sur l'origine de l'écho

- ❑ Résultats valables si RSB suffisant (atténuation et bruit de structure n'ont pas été modélisés)

- ❑ Volet expérimental nécessaire pour valider les résultats

Merci pour votre attention !