

**LES
JOURNÉES
COFREND**

*Spécial 50^{ème}
anniversaire*



VALIDATION DU LOGICIEL CIVA UT DANS DES CONFIGURATIONS E/R SEPARÉES

Sébastien Lonné (EXTENDE)

Gwénaél TOULLELAN, Steve MAHAUT, Sylvain CHATILLON (CEA)

EXTENDE
CIVA



Sommaire

- | Introduction
- | 1) Caractérisation d'un capteur ultrasonore type SE
 - Description de la configuration
 - Acquisitions réalisées
 - Comparaison Simulation / Expérience
- | 2) Configuration E/R séparées type Tandem
 - Description de la configuration
 - Acquisitions réalisées
 - Comparaison Simulation / Expérience
- | Conclusion

Sommaire

- | Introduction
- | 1) Caractérisation d'un capteur ultrasonore type SE
 - Description de la configuration
 - Acquisitions réalisées
 - Comparaison Simulation / Expérience
- | 2) Configuration E/R séparées type Tandem
 - Description de la configuration
 - Acquisitions réalisées
 - Comparaison Simulation / Expérience
- | Conclusion

Introduction

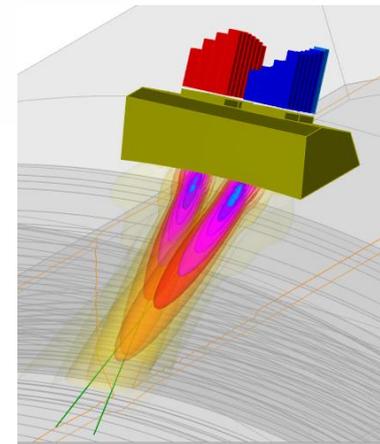
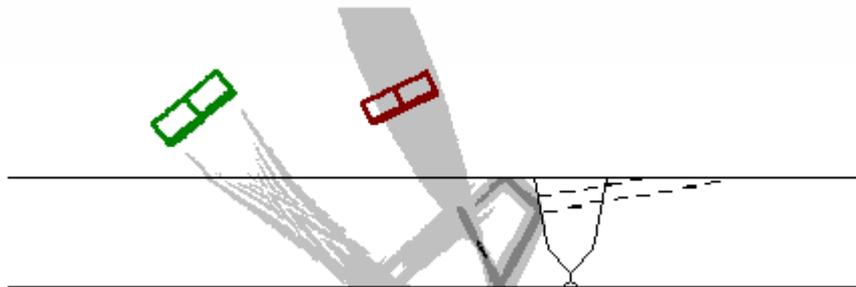
- | La modélisation numérique est de plus en plus utilisée dans l'industrie, notamment dans les processus de qualifications d'inspections
- | Elle permet par exemple (en complément d'essais expérimentaux) d'évaluer un très large éventail de cas complexes à moindre coût.
- | Dans ce contexte, la fiabilité des modèles permettant la simulation des inspections est d'une très grande importance
- | Des travaux de validations des modèles sont menés chaque année en collaboration EXTENDE / CEA

Introduction

- | La procédure de caractérisation expérimentale suivie pour évaluer le niveau de fiabilité des prévisions de ces modèles comprend différentes étapes :
 - définir et réaliser des expériences, vérifier la répétabilité et reproductibilité des résultats
 - décrire précisément ces expériences dans CIVA (connaissance précise des paramètres d'entrée)
 - effectuer les calculs avec CIVA et interpréter les résultats de comparaisons entre l'expérience et la simulation
- | Nous nous sommes intéressés dans ce contexte à deux cas de contrôle par ultrasons à Emission / Réception séparées, assez largement utilisés dans l'industrie

Introduction

- | 1) Capteur SE - Emission et Réception distinctes
 - Inspection possible sous la surface car faible zone morte
 - Inspection de matériaux fortement atténuants comme dans les soudures bi-métalliques
- | 2) Configuration TANDEM
 - Méthode largement utilisée dans le contrôle de soudure bout à bout (cf. méthode de discrimination zonale)



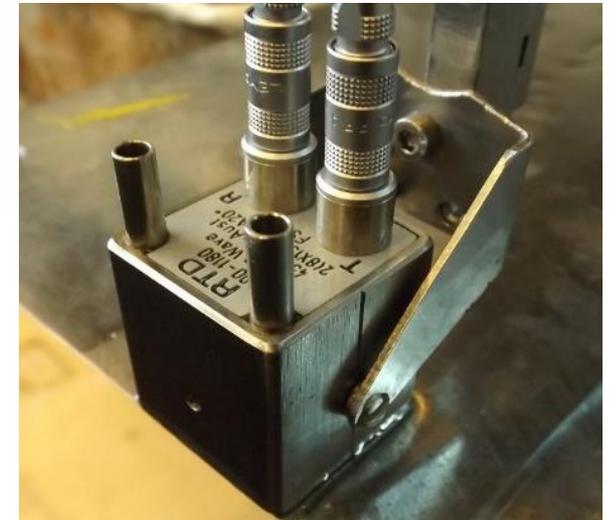
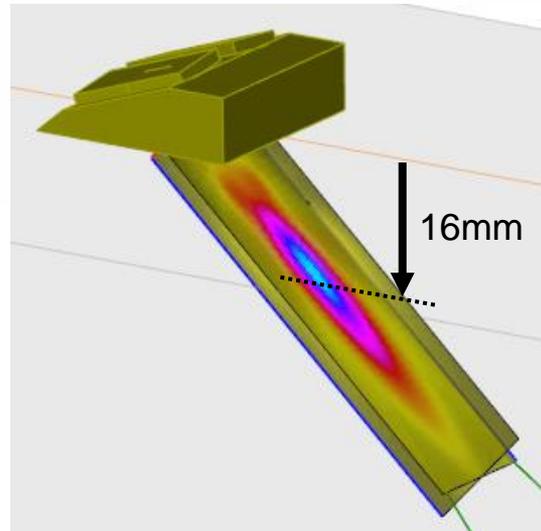
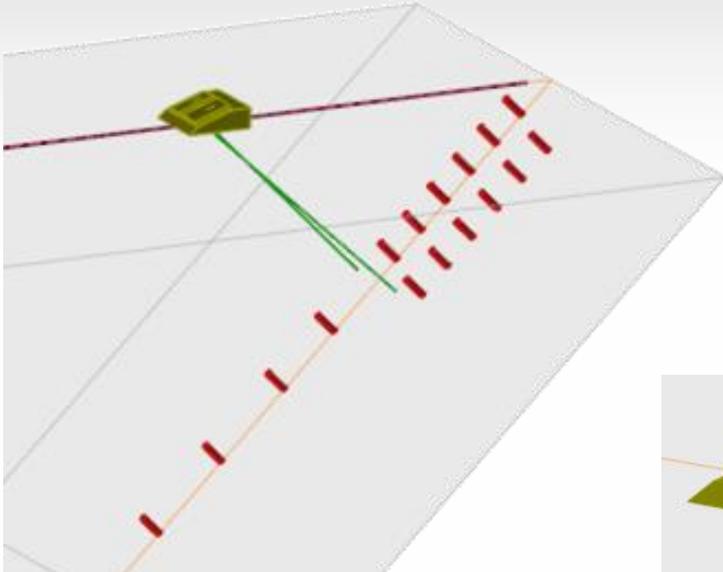
Sommaire

- | Introduction
- | 1) Caractérisation d'un capteur ultrasonore type SE
 - Description de la configuration
 - Acquisitions réalisées
 - Comparaison Simulation / Expérience
- | 2) Configuration E/R séparées type Tandem
 - Description de la configuration
 - Acquisitions réalisées
 - Comparaison Simulation / Expérience
- | Conclusion

CAPTEUR SE

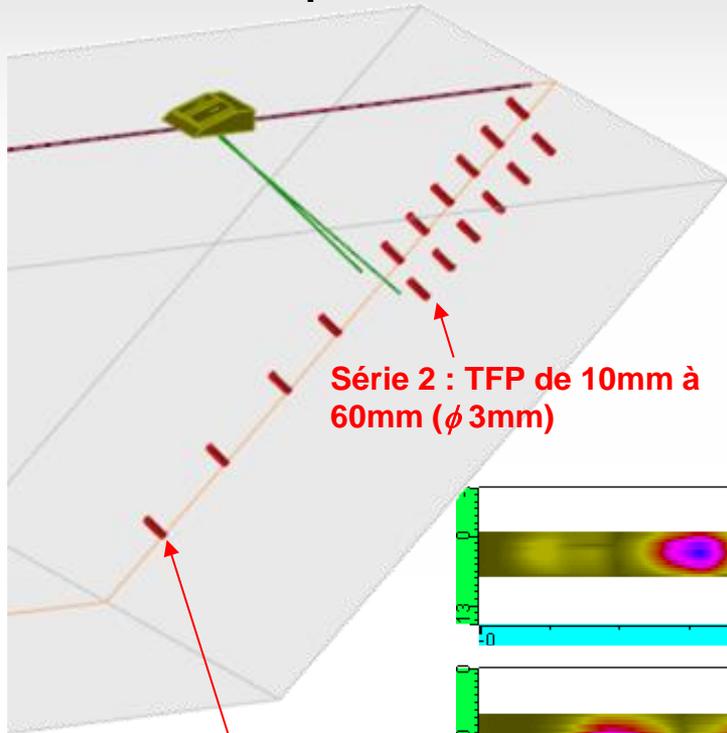
I Description de la configuration

- Maquette en acier ferritique
- TFP (Trous à Fond Plat, diamètre 3mm)
- Profondeur 5 à 150mm de profondeur
- Capteur TRL 45, 4MHz



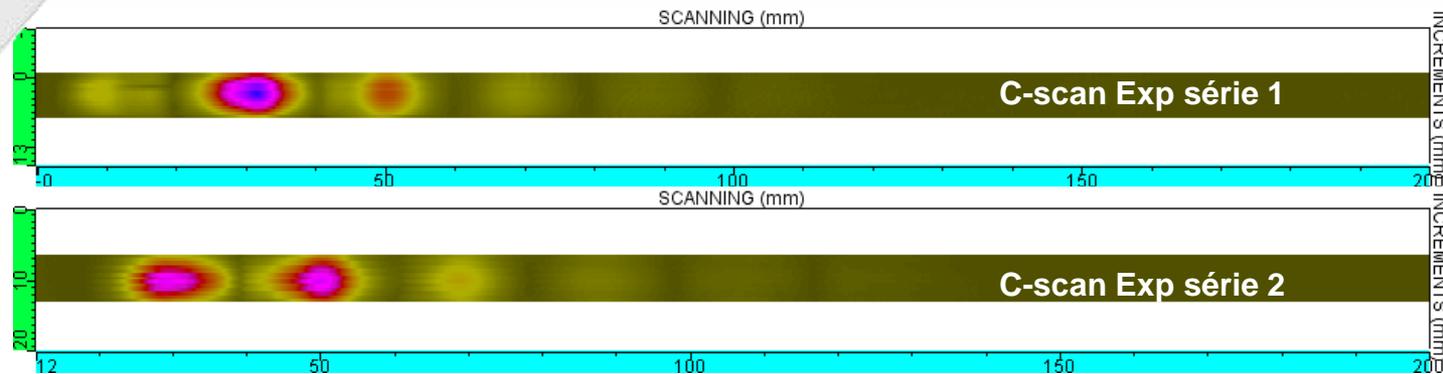
CAPTEUR SE

I Acquisitions réalisées



Série 2 : TFP de 10mm à 60mm (ϕ 3mm)

- Exemple de Cscan obtenu
- TFP (Trous à Fond Plat, diamètre 3mm)
- Profondeur 5 à 60mm
- Cscan sur chaque TFP



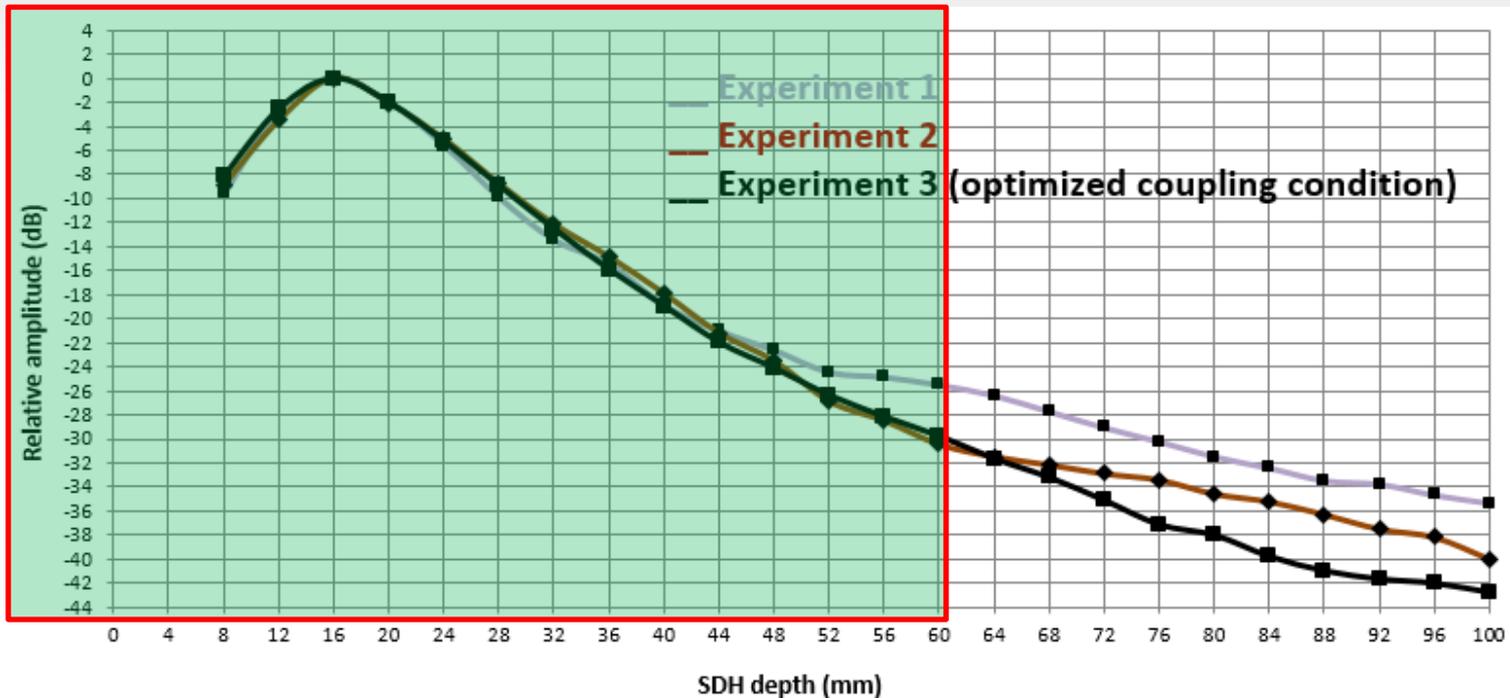
Série 1 : TFP de 5mm à 150mm (ϕ 3mm)

CAPTEUR SE

- | Acquisitions réalisées : répétabilité / reproductibilité
 - La surface du capteur au contact est importante
 - Les conditions de couplage au cours du balayage mécanique peuvent varier rapidement (effet ventouse, changement d'inclinaison...)
 - Les effets sur le niveau de détection des réflecteurs peuvent ainsi être très importants
 - Nécessité d'optimiser le support mécanique du capteur pour optimiser la qualité de couplage et garantir une répétabilité / reproductibilité des mesures à +/-2 dB.

CAPTEUR SE

- Acquisitions réalisées : répétabilité / reproductibilité

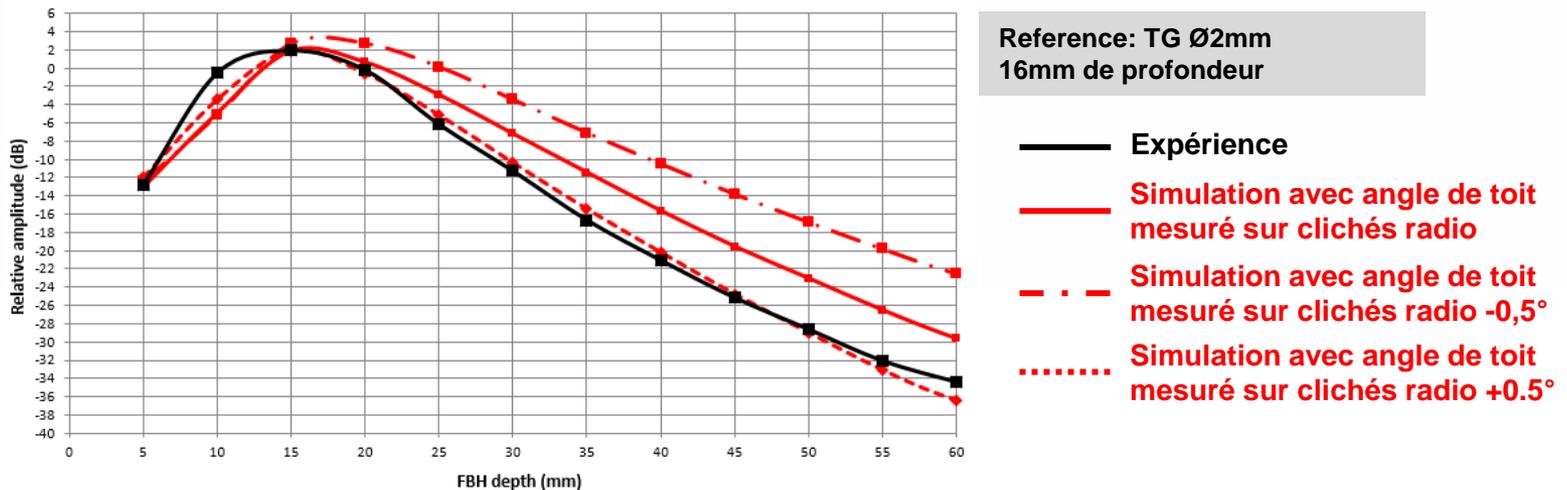


- Nous avons réalisé les comparaisons vs. simulation jusqu'à environ 60mm de profondeur

CAPTEUR SE

Comparaison simulation vs. mesures

- La modélisation réaliste du capteur dans CIVA nécessite une très bonne connaissance des données d'entrée
- Pas toujours facile avec un capteur SE (angle d'incidence, angle de toit, écart pastilles, etc.)

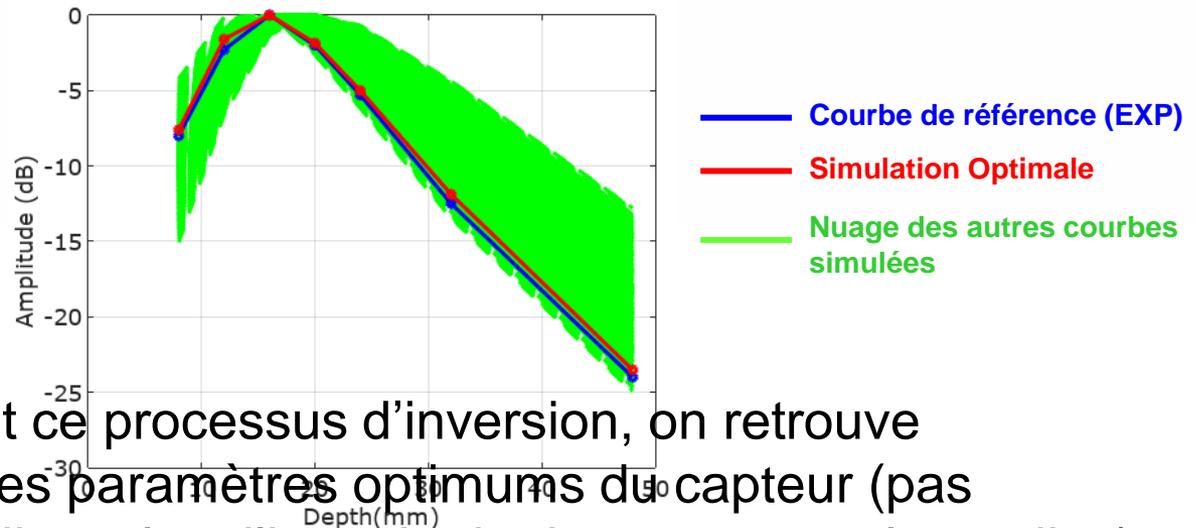


- Une incertitude sur l'angle de toit de $\pm 0,5^\circ$ conduit à des écarts non négligeables sur la courbe CAD du traducteur

CAPTEUR SE

Comparaison simulation vs. mesures

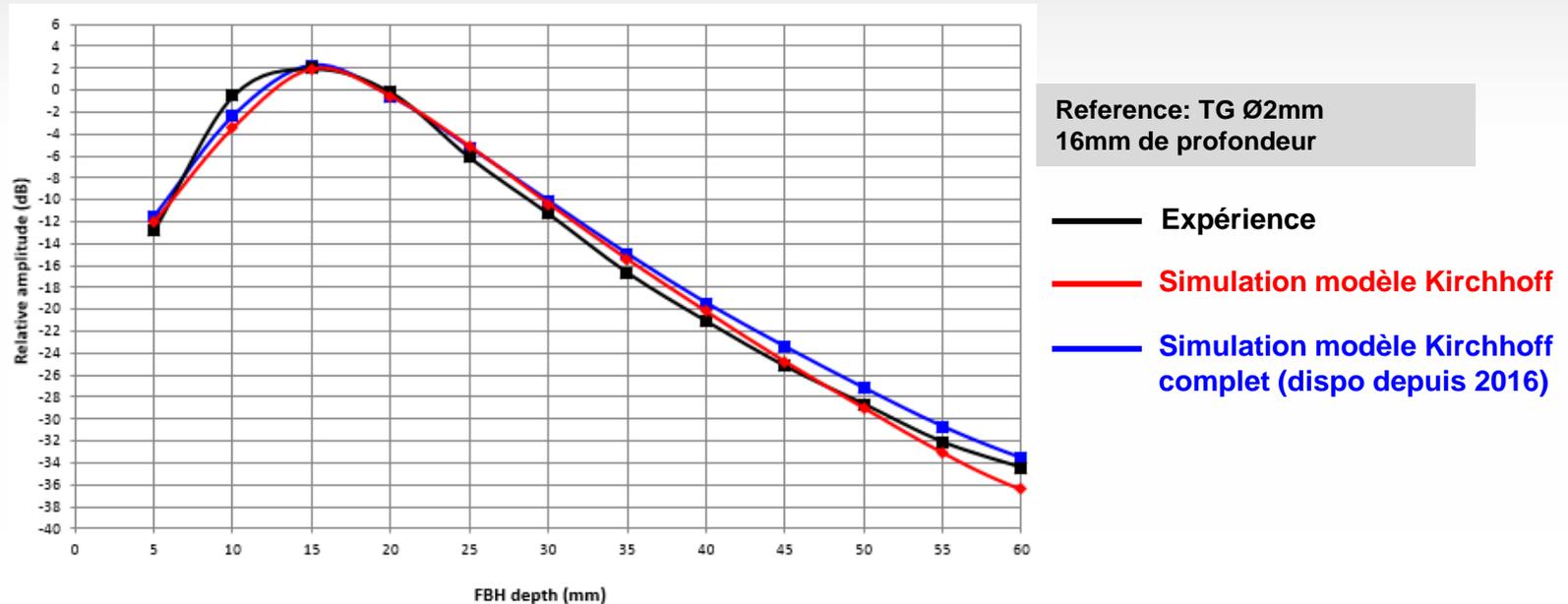
- Si on ne dispose pas de clichés radio, on peut utiliser CIVA pour optimiser les paramètres du traducteur par inversion
- Le principe est de faire varier les paramètres dans une plage pertinente, et sélectionner la courbe CAD simulée la plus proche d'une courbe expérimentale de référence



- En appliquant ce processus d'inversion, on retrouve directement les paramètres optimaux du capteur (pas besoin de radios, plus d'incertitude de mesure sur les radios)

CAPTEUR SE

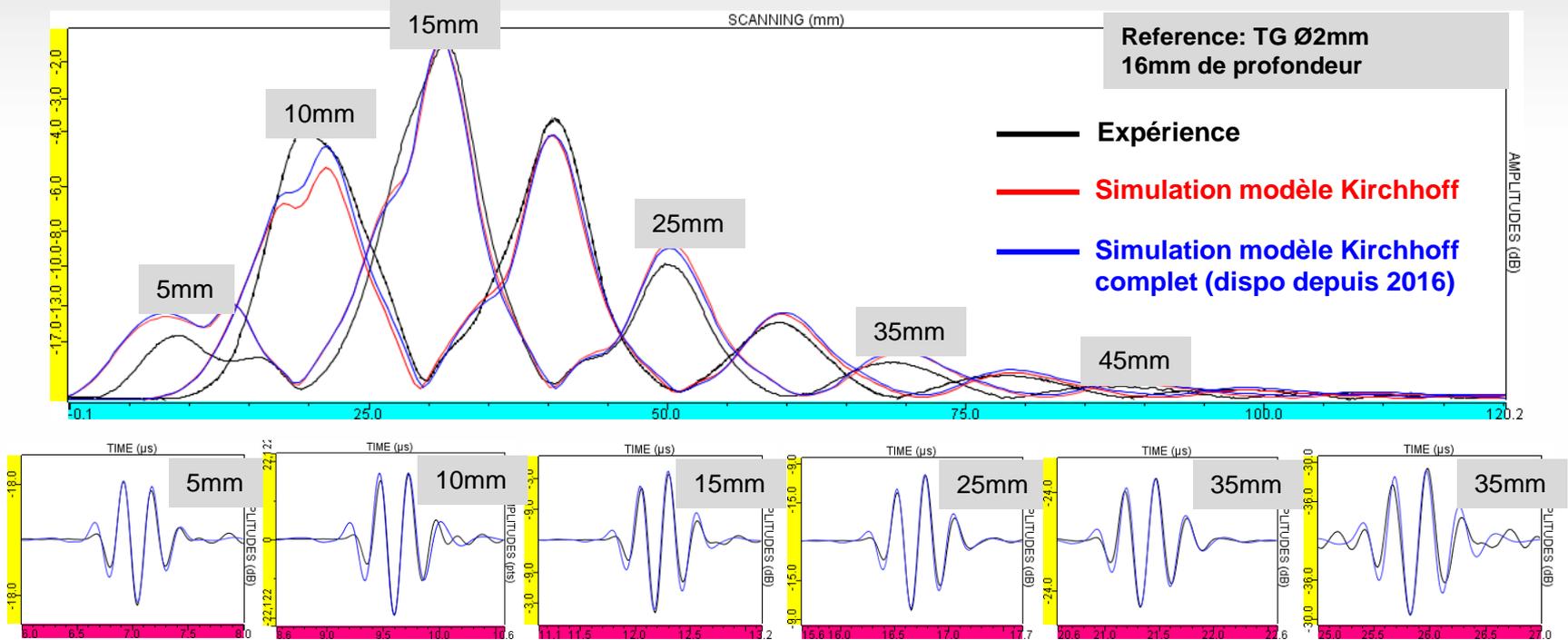
I Comparaison simulation vs. mesures



- I Les prédictions en amplitude obtenues avec les deux modèles sont très proches de la mesure (+/- 2dB, de l'ordre de l'incertitude expérimentale de mesure)

CAPTEUR SE

Comparaison simulation vs. mesures



Très bonne corrélation simulations vs. mesures sur les formes d'onde et les courbes échodynamiques

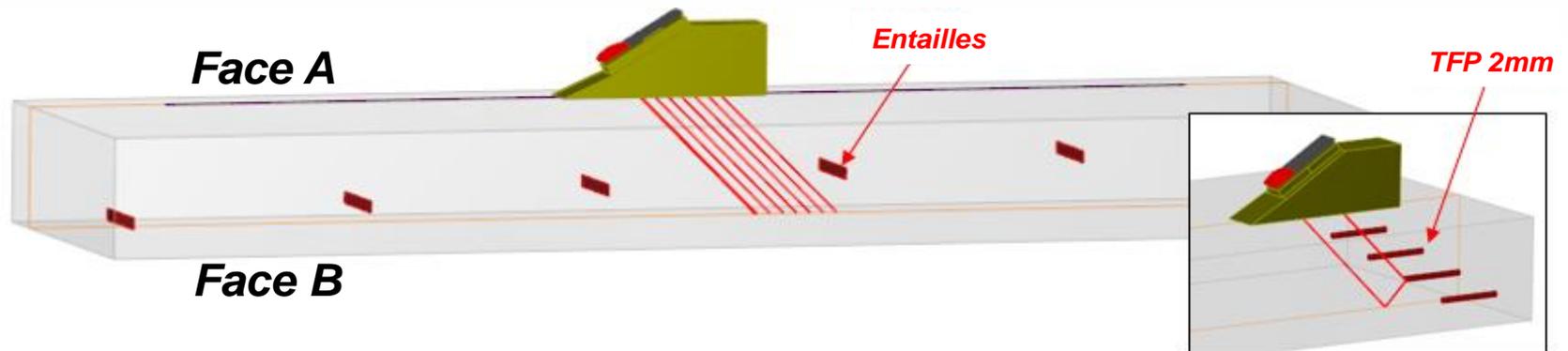
Sommaire

- | Introduction
- | 1) Caractérisation d'un capteur ultrasonore type SE
 - Description de la configuration
 - Acquisitions réalisées
 - Comparaison Simulation / Expérience
- | 2) Configuration E/R séparées type Tandem
 - Description de la configuration
 - Acquisitions réalisées
 - Comparaison Simulation / Expérience
- | Conclusion

Configuration TANDEM

I Description de la configuration

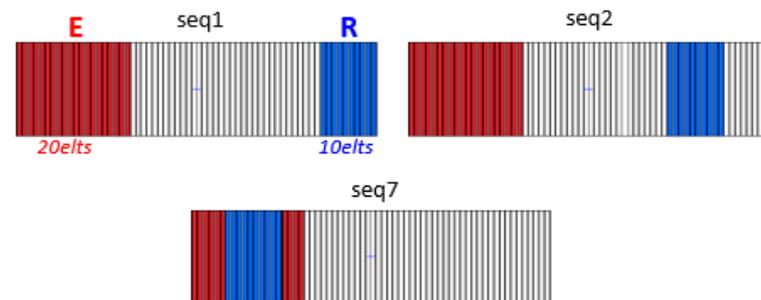
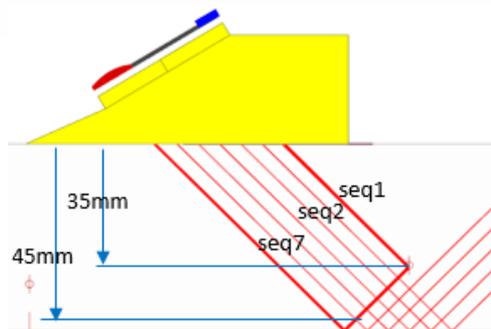
- Maquette en acier ferritique, épaisseur 50mm
- Entailles (défauts plans) de 5mm de haut à différentes profondeurs (tous les 5mm)
- En contrôlant à partir des faces A et B, la profondeur des défauts évolue de 7.5 à 47.5 mm
- Etalonnage sur TFP de diamètre 2mm



Configuration TANDEM

I Description de la configuration

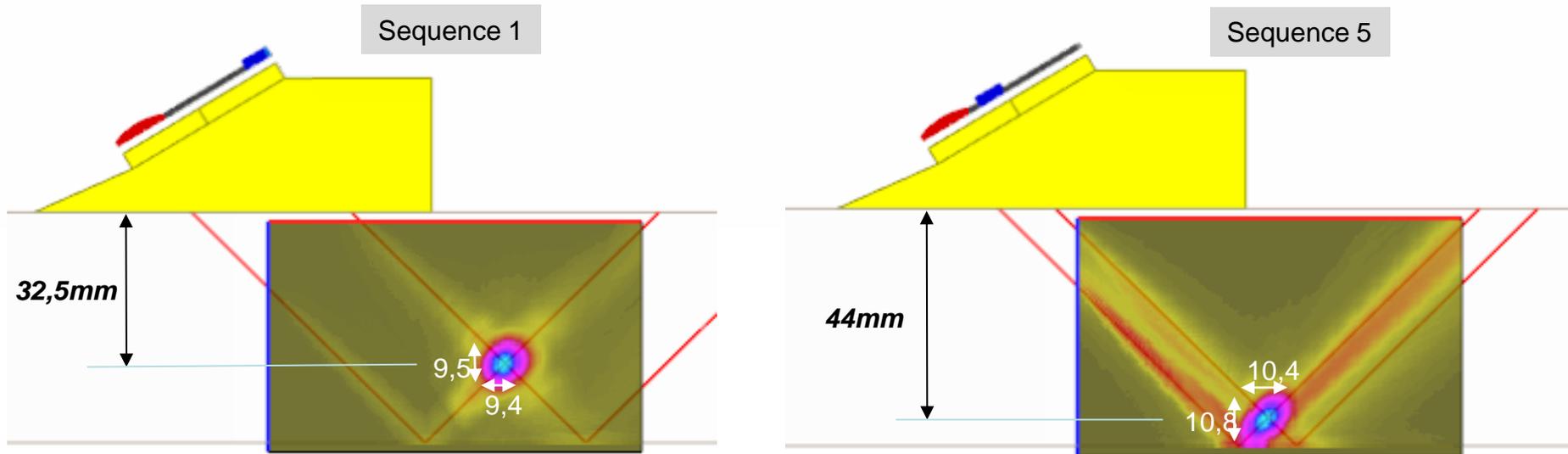
- Capteur linéaire 64 éléments, fréquence 5MHz, monté sur un sabot T45
 - Pitch et fréquence donnés par le fabricant
 - Sabot caractérisé expérimentalement (géométrie, vitesse et angle d'incidence)
 - Emission Fixe 20 premiers éléments
 - Réception électronique sur 10 éléments, 7 séquences



Configuration TANDEM

I Description de la configuration

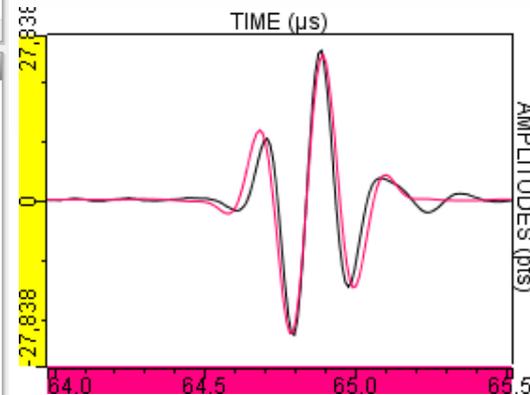
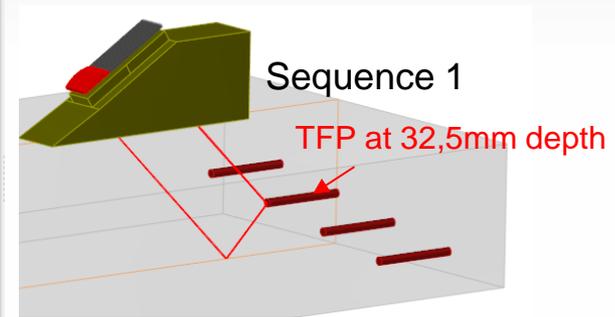
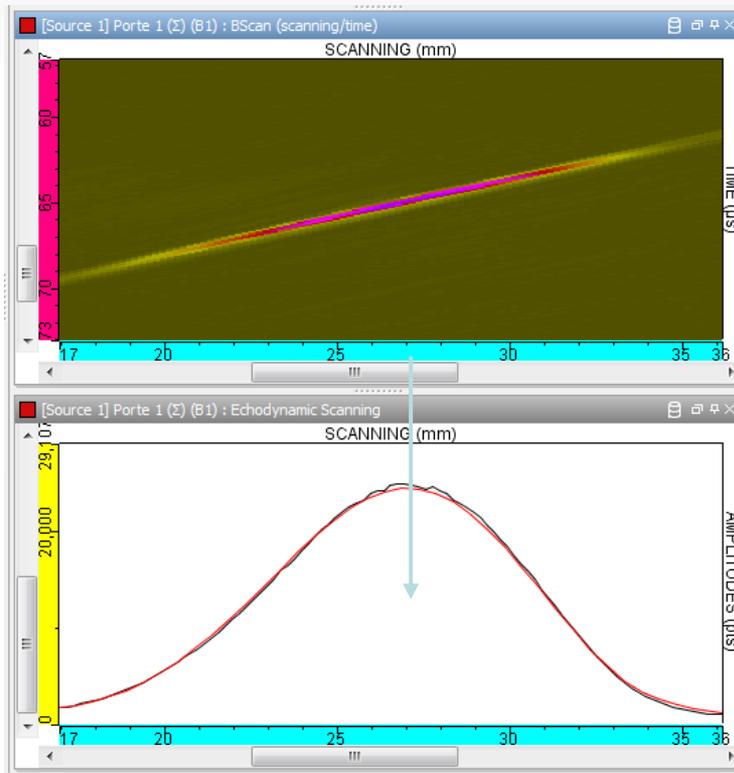
- Capteur linéaire 64 éléments, fréquence 5MHz, monté sur un sabot T45
 - Focalisation en T45 à 45mm de profondeur en Emission
 - Pas de loi de retard en réception



Configuration TANDEM

Acquisitions réalisées

- Etalonnage, séquence 1, TFP 32.5mm de profondeur

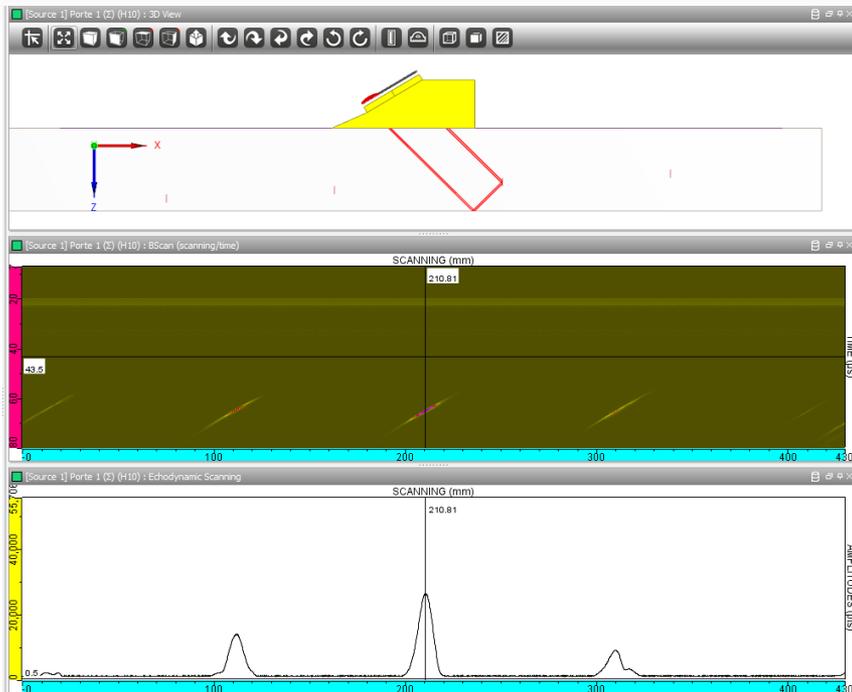


Configuration TANDEM

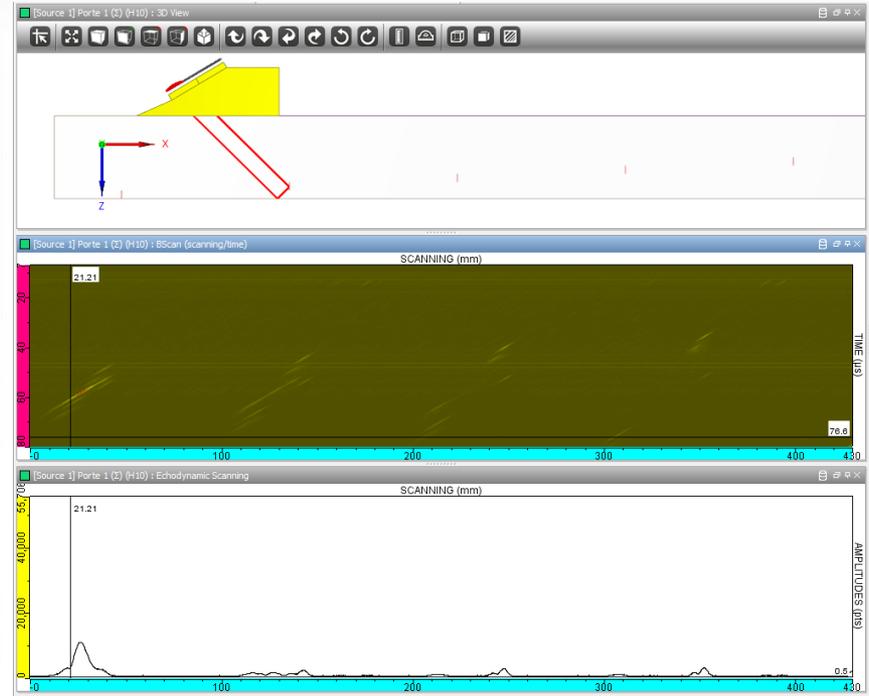
Acquisitions réalisées

Référence Seq 1
TFP 32.5mm de profondeur

Seq 1



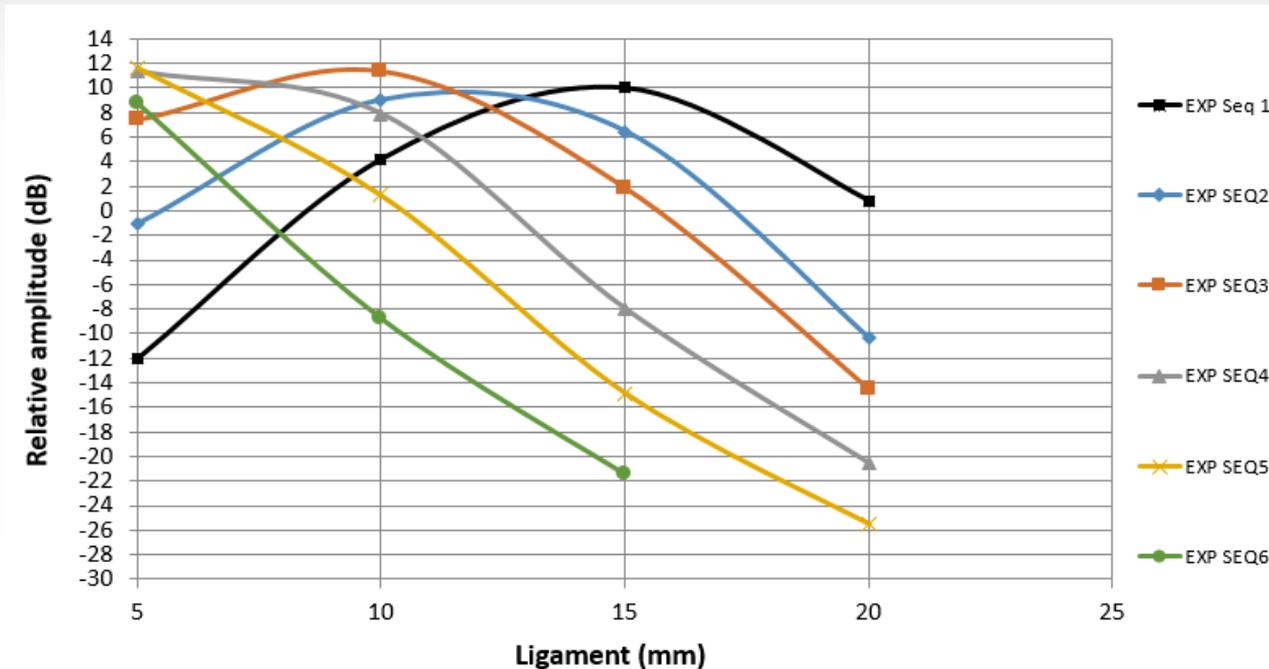
Seq 7



Configuration TANDEM

Acquisitions réalisées

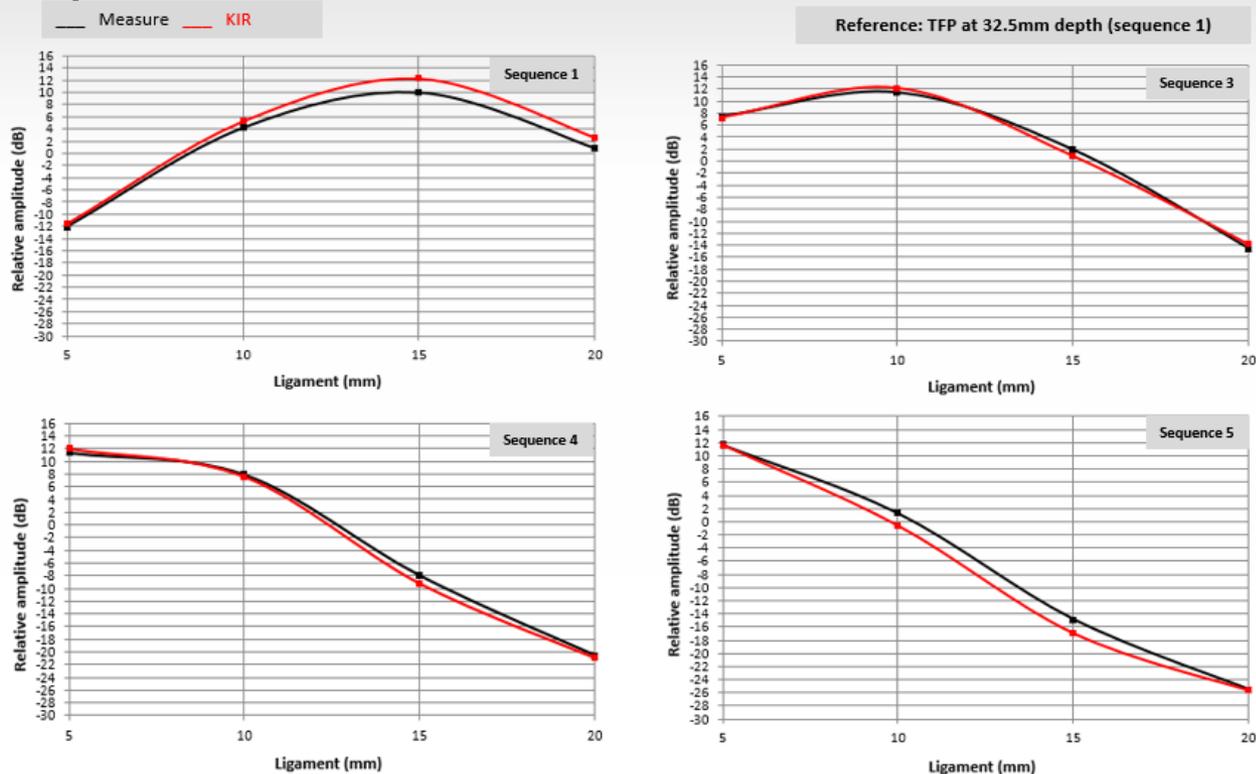
Référence Seq 1
TFP 32.5mm de profondeur



- Cette variation montre l'intérêt du mode tandem pour **détecter des défauts sur une portion de l'épaisseur de la pièce avec une sensibilité relativement équivalente pour toutes les tranches d'épaisseur**

Configuration TANDEM

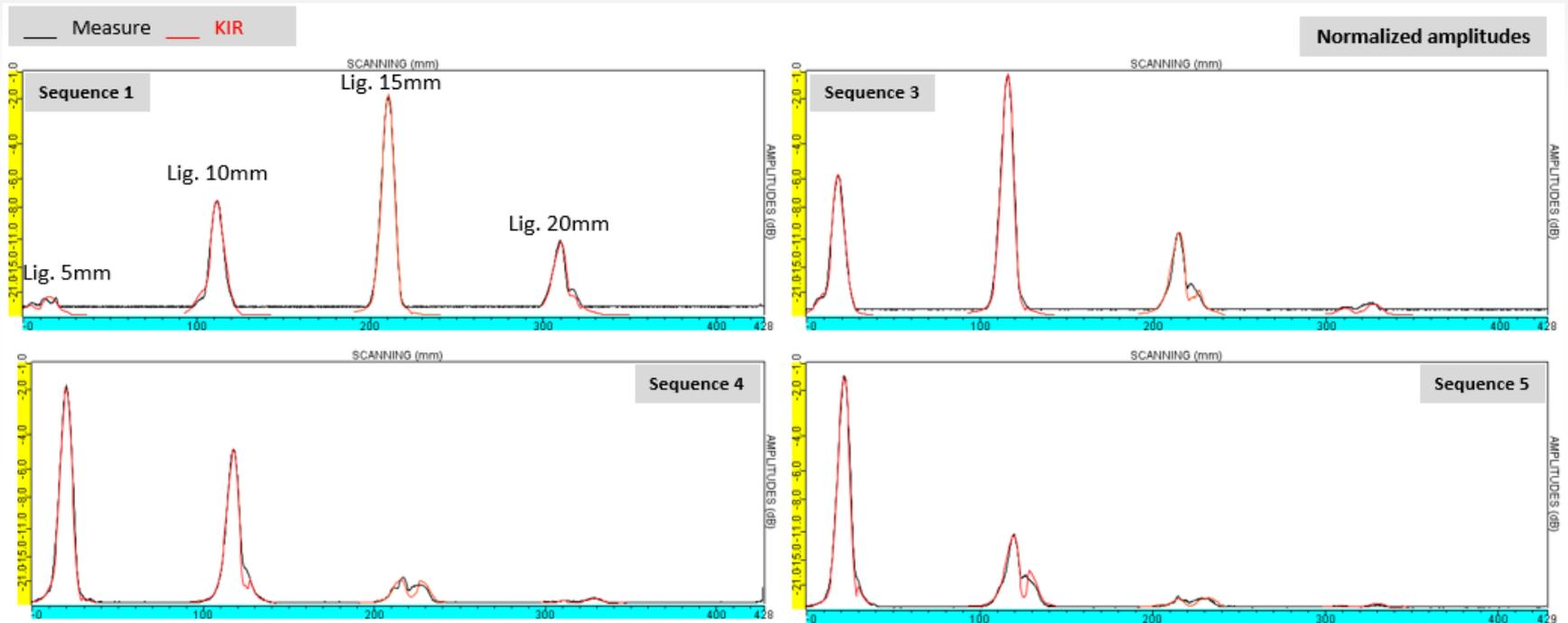
Comparaison simulation vs. mesures



Très bonne corrélation en amplitude à +/-2dB près

Configuration TANDEM

I Comparaison simulation vs. mesures



I Très bonne corrélation de la forme des échos

Sommaire

- | Introduction
- | 1) Caractérisation d'un capteur ultrasonore type SE
 - Description de la configuration
 - Acquisitions réalisées
 - Comparaison Simulation / Expérience
- | 2) Configuration E/R séparées type Tandem
 - Description de la configuration
 - Acquisitions réalisées
 - Comparaison Simulation / Expérience
- | Conclusion

Conclusion

- | Des corrélations simulations / expérience ont été réalisées sur des configurations E/R séparées
- | Dans les deux cas étudiés, nous avons validé les modèles de calculs CIVA, en notant :
 - Une très bonne prédiction quantitative, à +/-2dB près, soit de l'ordre de l'incertitude expérimentale
 - Une très bonne prédiction qualitative des échos (comparaisons Ascan et courbes échodynamiques)
- | Pour un capteur SE (ex. TRL), une petite incertitude sur les données peut être non négligeable
 - CIVA peut permettre d'identifier les paramètres d'un capteur par inversion par rapport à une courbe expérimentale de référence

Conclusion

- | Beaucoup de précautions doivent être prises pour réaliser des comparaisons simulations / mesures
- | En particulier, l'incertitude expérimentale doit être quantifiée, et des tests de répétabilité / reproductibilité doivent systématiquement être réalisés
- | Plus de résultats de caractérisation expérimentale des modèles CIVA sont disponibles sur notre site

[***www.extende.com***](http://www.extende.com)

