

Détection des défauts internes dans le mur d'un passage souterrain à l'aide des essais non destructifs (END)

Évaluation multitechnologique du béton à l'aide d'un Covermeter, d'un géoradar (GPR) et de la technique d'écho d'impulsion ultrasonique

L'évaluation de l'état structurel des infrastructures en béton vieillissantes pose souvent des défis complexes liés au sous-sol. Lors de l'évaluation d'ouvrages critiques tels que les parois de passages souterrains, le recours à une seule méthode d'essai non destructif (END) peut laisser des questions essentielles sans réponse, notamment en présence d'un maillage dense d'armatures, d'une infiltration potentielle d'humidité et de défauts structurels cachés. Pour obtenir un diagnostic d'une clarté totale, les inspecteurs ont besoin d'une stratégie multitechnologique complémentaire.

Défi

L'évaluation d'infrastructures vieillissantes ou non documentées présente souvent des inconnues structurelles complexes. Dans le cadre de ce projet de passage souterrain, l'objectif principal était de cartographier de manière exhaustive la configuration des armatures du mur en béton, de déterminer la profondeur exacte de l'enrobage et l'épaisseur du mur, et d'identifier tout défaut interne caché ou toute anomalie sans endommager la structure.

Les inspections reposant sur une seule technologie se heurtent souvent à des limites évidentes dans les environnements en béton denses :

- **Encombrement complexe d'armatures** : un joint de construction vertical entre les lignes de balayage 11 et 12 a entraîné une concentration localisée d'armatures (probablement des barres d'ancrage), provoquant des interférences électromagnétiques qui ont compromis la précision des mesures d'enrobage effectuées avec un seul capteur.
- **Erreurs de mise en place et anomalies** : le décalage de l'alignement des barres et l'infiltration potentielle d'humidité nécessitaient une vérification allant au-delà des relevés superficiels.
- **Stratification souterraine** : il était impossible de **confirmer** les limites entre les différentes coulées et la présence de vides internes profondément enfouis dans la matrice de béton par une simple inspection visuelle.

Solution : Pour surmonter ces complexités structurelles, un processus de diagnostic complet et multitechnologique a été mis en œuvre à l'aide de l'écosystème connecté de contrôle non destructif (CND) de Screening Eagle :

[PM8000 Covermeter](#)

Choisi pour sa capacité de balayage rapide de la zone et ses capteurs de champ magnétique précis, qui fournissent les mesures les plus précises de l'enrobage du béton près de la surface et du dimensionnement des barres d'armature sans problèmes d'étalonnage de la vitesse du signal. La réalité augmentée (RA) en temps réel intégrée projette la grille des barres d'armature directement sur le mur physique via l'écran de l'iPad, permettant une identification instantanée sur site de l'espacement des barres et des anomalies de placement.

Proceq GP8800 GPR

Choisi pour sa technologie à onde continue à fréquence échelonnée ultra-large (400–6 000 MHz), offrant une résolution inférieure au millimètre pour les éléments peu profonds et une forte pénétration jusqu'à 65 cm. Son format compact et portable permet d'effectuer des balayages jusqu'aux bords des murs. Le géoradar complète le couvremètre en permettant de visualiser la géométrie 3D complexe des barres d'armature, d'évaluer l'atténuation diélectrique pour la détection d'humidité et de mesurer l'épaisseur globale du mur.

Système UPE Pundit PD8050

Choisi car les ondes électromagnétiques (GPR) ne peuvent pas pénétrer les couches d'acier denses ni bien différencier les limites d'impédance acoustique internes. Grâce à des transducteurs ultrasoniques multicanaux à ondes de cisaillement et à l'imagerie 3D-SAFT (Synthetic Aperture Focus Technique), le PD8050 contourne les armatures massives pour cartographier l'intégrité profonde du noyau en béton, les joints froids, les délaminations et les vides d'air.

Résultat

En combinant les technologies des ondes magnétiques, électromagnétiques et acoustiques avec une visualisation assistée par réalité augmentée, l'inspection a fourni une évaluation entièrement validée de manière croisée :

Épaisseur de l'enrobage et répartition des barres d'armature : le PM8000 a déterminé une épaisseur moyenne de l'enrobage de béton de 45,72 mm (écart-type : 3,0 mm) et un espacement moyen des barres d'armature de 13,9 cm sur 58 points de mesure. Une projection en réalité augmentée en direct a superposé ces données directement sur le mur, confirmant visuellement les anomalies de mise en place (surlignées en bleu) et signalant en temps réel la zone à haute densité de barres d'ancrage.



Profometer PM8000 covermeter data viewed with AR projection

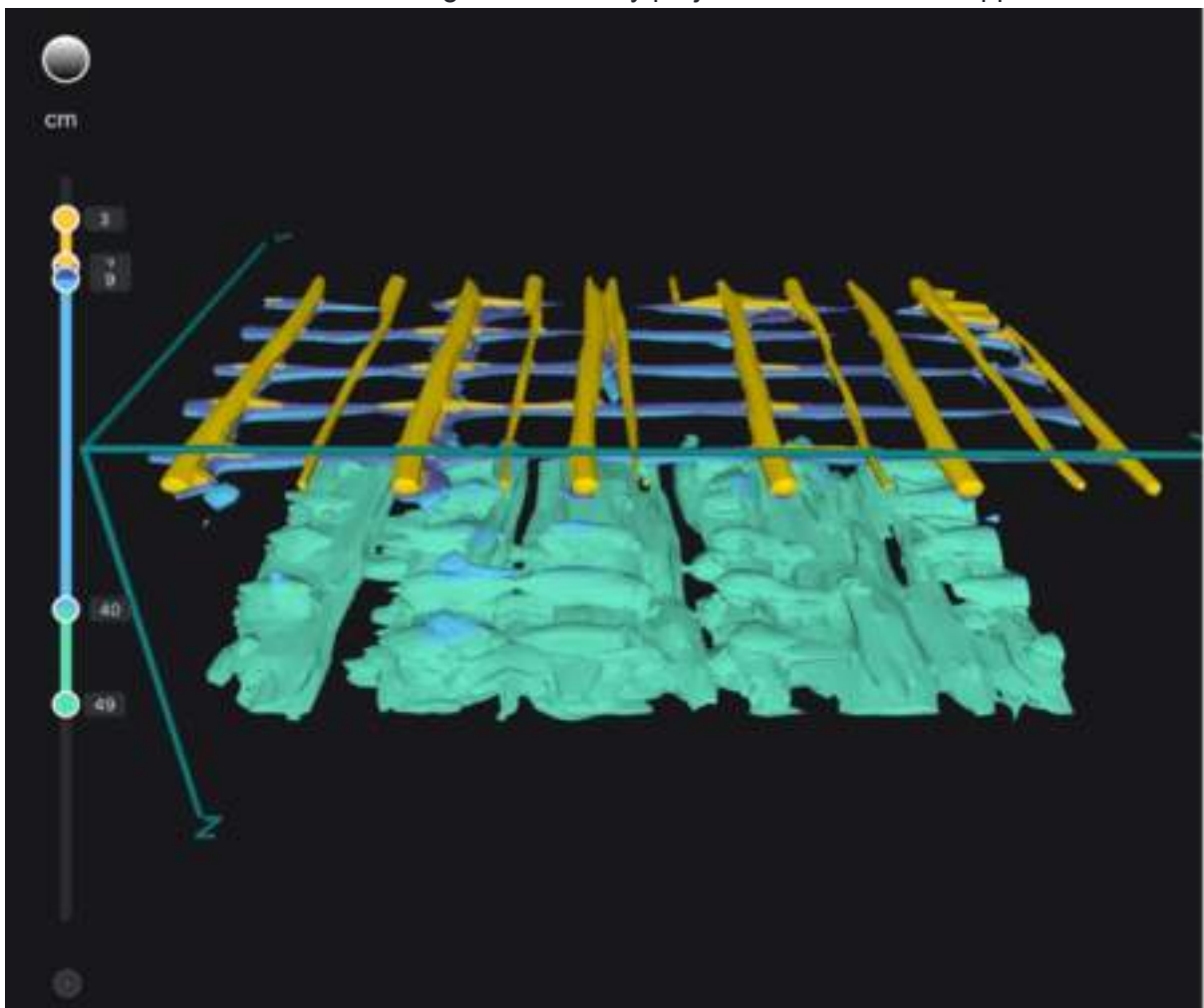


Profometer PM8000 covermeter data viewed with AR projection

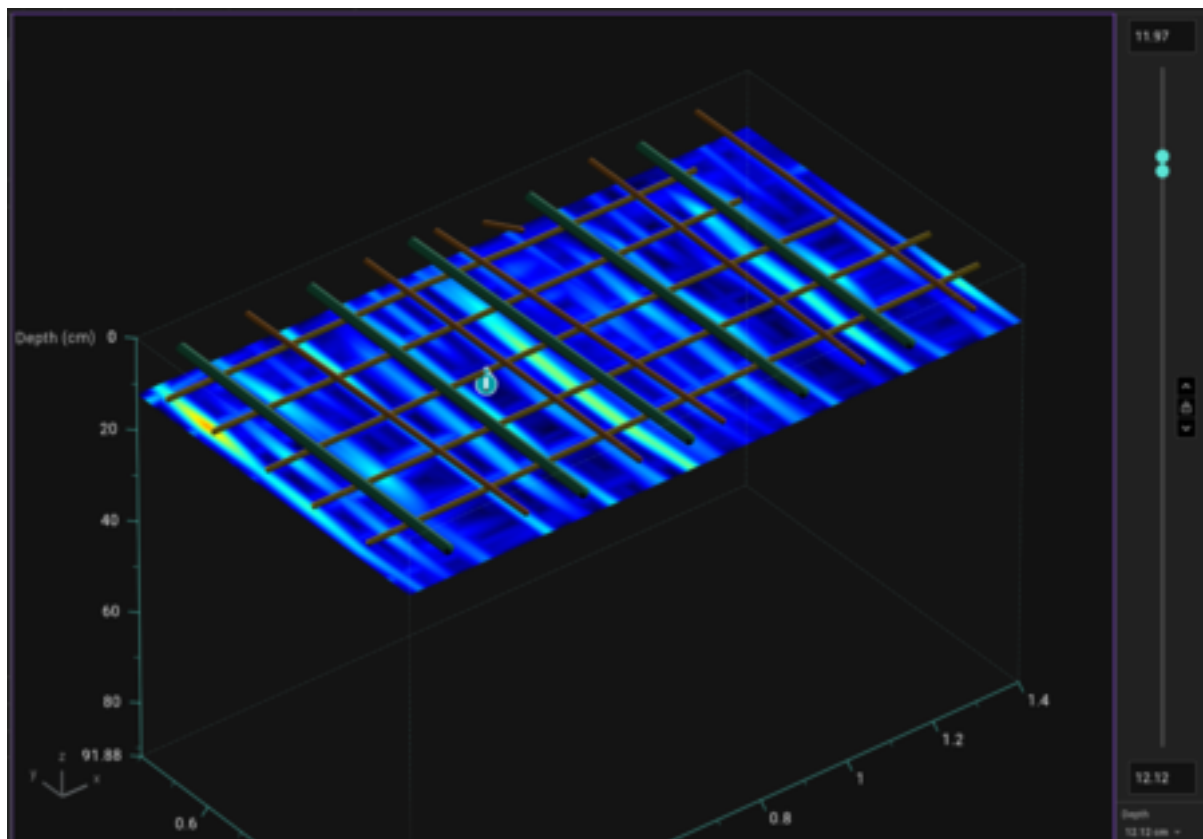
Géométrie 3D et épaisseur des parois : les balayages à polarisation croisée réalisés avec le GP8800 ont permis d'estimer l'épaisseur totale des parois à 35 cm et d'identifier 5 barres d'armature verticales de grand diamètre. Une projection 3D en réalité augmentée en temps réel a permis de visualiser le tracé de ces barres d'armature internes et leurs couches de profondeur sur la structure peinte, simplifiant ainsi la vérification des cibles sur site.



GPR data in 3D augmented reality projections with the GP app

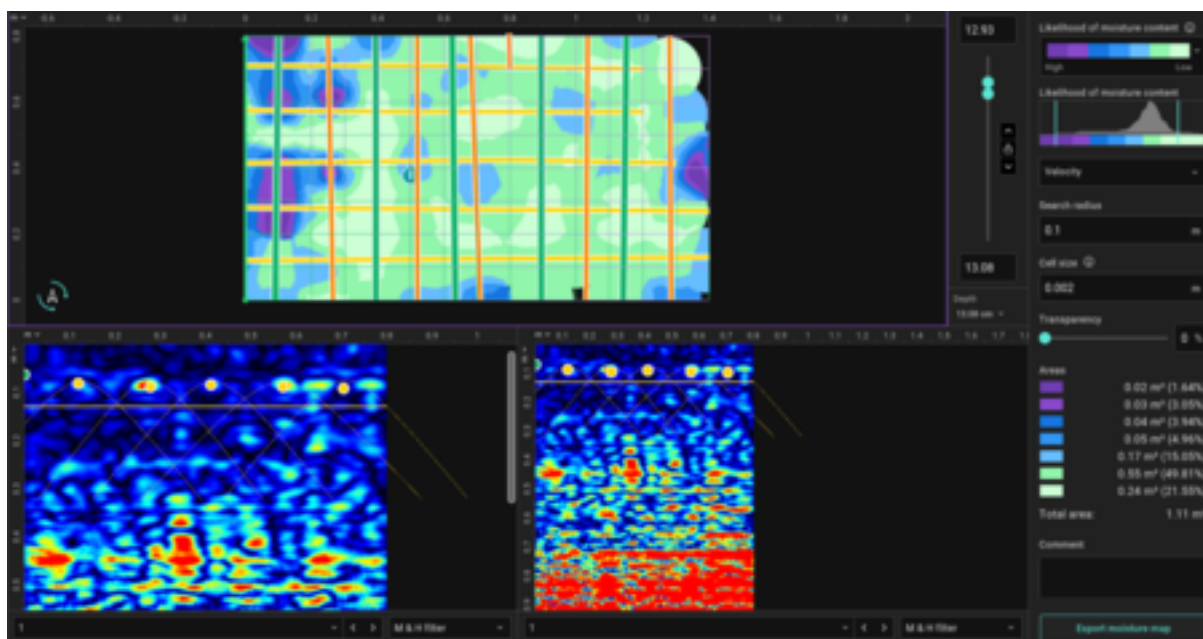


GPR data in 3D augmented reality projections with the GP app



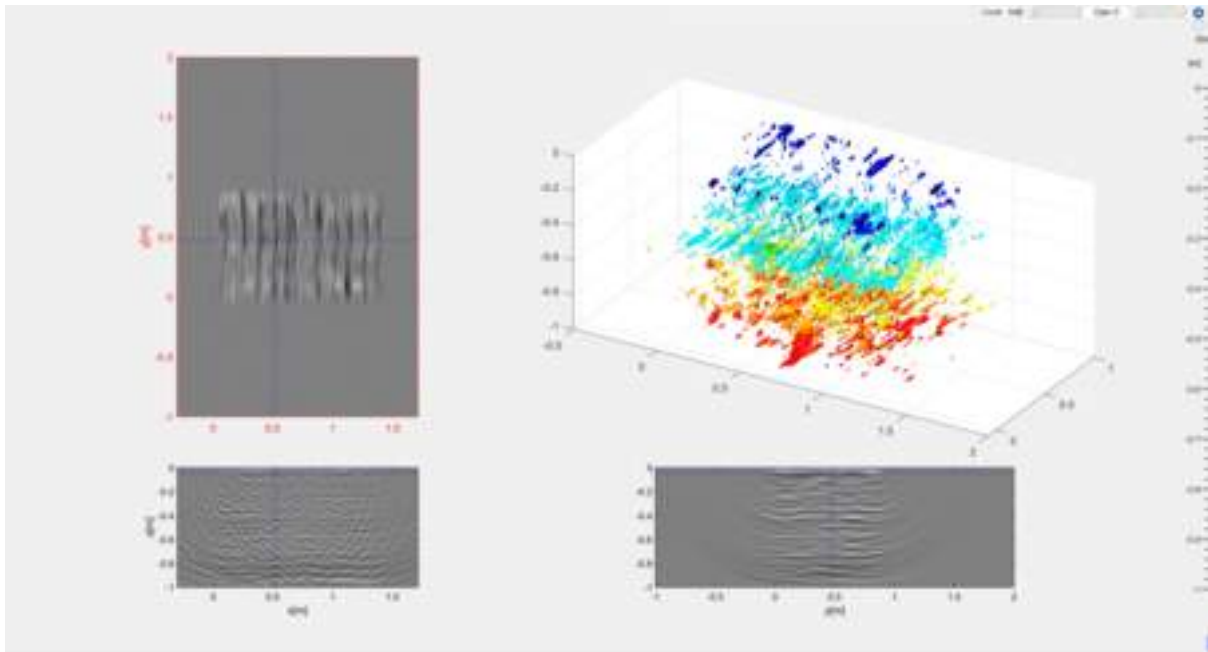
GPR data with 3D objects created in GPR Insights.

Cartographie de l'humidité : un post-traitement avancé réalisé dans GPR Insights a permis d'isoler l'atténuation et la diffusion du signal électromagnétique le long de la couche de barres d'armature verticale la plus à gauche, mettant ainsi en évidence des zones localisées présentant une teneur en humidité élevée.



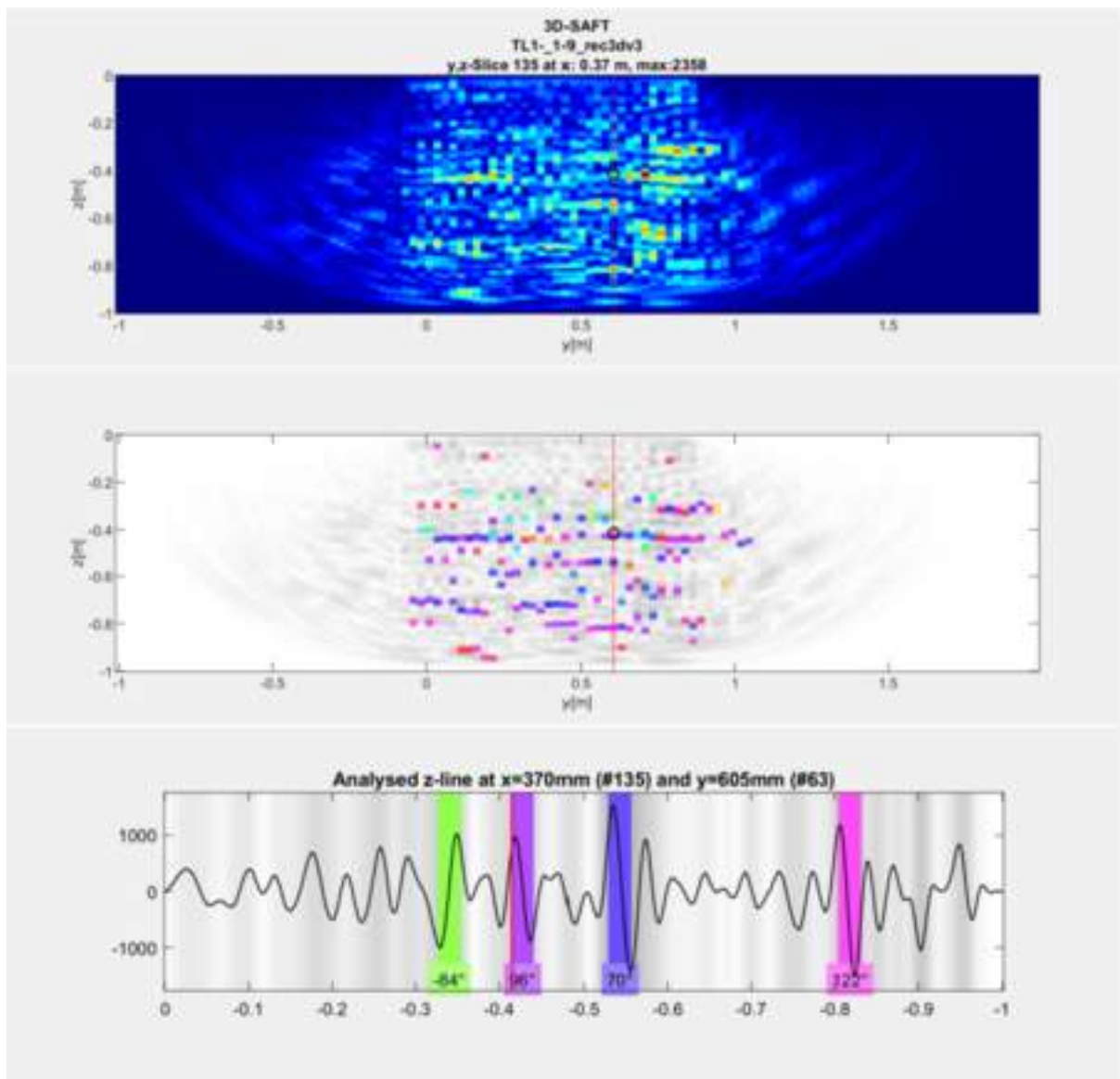
Moisture map viewed in GPR Insights software

Détection des limites entre coulées : les données UPEdu Pundit PD8050, analysées dans le logiciel Pundit Vision à l'aide de reconstructions 3D-SAFT, ont révélé deux limites d'écho horizontales distinctes à 400 mm et 800 mm, prouvant ainsi que le mur avait été coulé en deux fois.

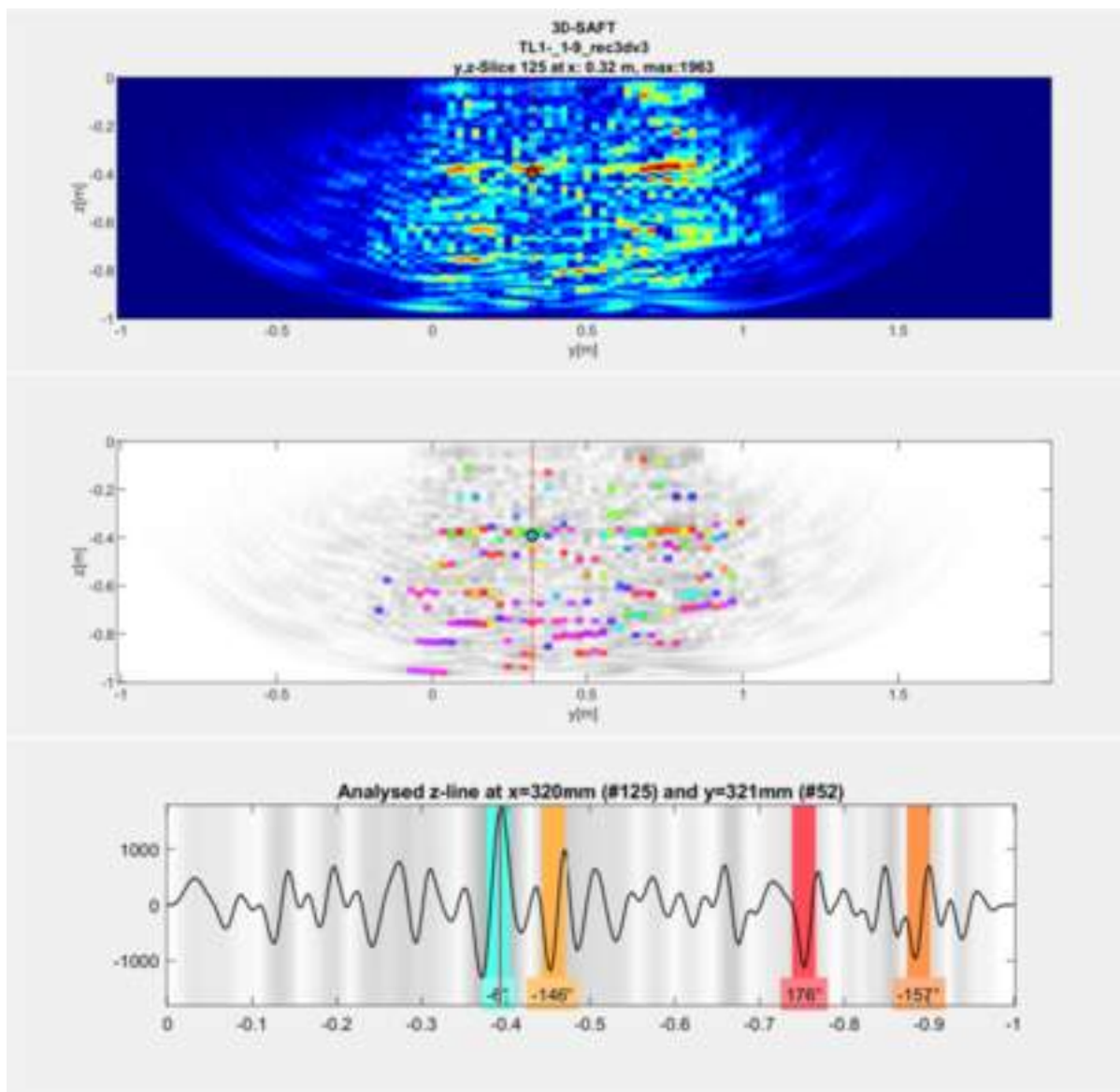


UPE data 3D-SAFT reconstructions with Pundit Vision software

Joint à froid et vides internes : l'analyse approfondie de la phase UPE a révélé une forte réflexion acoustique au niveau de la limite à 400 mm. Les inversions de phase (représentées en bleu clair et vert) ont confirmé la présence d'un joint à froid important accompagné de vides internes entre les couches de coulée.



UPE data phase evaluation with Pundit Vision software



UPE data phase evaluation with Pundit Vision software

Grâce à ce flux de travail intégré, les ingénieurs ont pu obtenir une vision très claire tant des détails relatifs aux armatures de la structure que des problèmes critiques d'intégrité souterraine, garantissant ainsi un entretien ciblé et rentable, sans avoir recours à des carottages destructifs.

Découvrez d'autres études de cas et notes d'application sur les essais non destructifs (END) dans notre centre technique « [»](#).



[Terms Of Use](#)
[Website Data Privacy Policy](#)

Copyright © 2024 Screening Eagle Technologies. All rights reserved. The trademarks and logos displayed herein are registered and unregistered trademarks of Screening Eagle Technologies S.A. and/or its affiliates, in Switzerland and certain other countries.