

Formation Digitale

Comment les simulateurs peuvent-ils améliorer l'apprentissage?



Rafael IGLESIA, Benoit PUEL, Fabrice FOUCHER (EXTENDE)

EXTEN·D·E
CIVA

Sommaire

- | Introduction
- | Enjeux des formations END et solutions apportées
- | Les défis de développement des simulateurs
- | Conclusion

Cette présentation se focalise sur deux techniques:

- Le contrôle par ultrasons manuel (UT),
- Le contrôle par radiographie et gammagraphie (RT).

Introduction

- | La mise en œuvre des Contrôles Non Destructif (CND) nécessitent des compétences hautement spécialisées,
- | L'apprentissage des CND est une combinaison de :
 - Cours théoriques s'appuyant sur des manuscrits
 - Pratique sur éprouvettes réelles
- | La place de la simulation au sens large (logiciel de simulation ou simulateurs) dans les formations CND reste très marginale voire inexistante alors que celle-ci est reconnue dans de nombreux autres domaines: médical, auto-école, pilotage d'avions...

Introduction

| Qu'est ce qu'un simulateur?

« Appareil qui permet de représenter artificiellement un fonctionnement réel. »

Ils permettent d'apprendre en sécurité et sans contrepartie un fonctionnement réel quel qu'il soit.

Simulateur de vol



Simulateur médical



Etat de l'art (non exhaustif)

En UT:

- **UTman :**

Interface simplifiée, déplacement de la sonde à la souris et visualisations pédagogiques

- **Virtual Non-Destructive Evaluation system (EPRI) :**

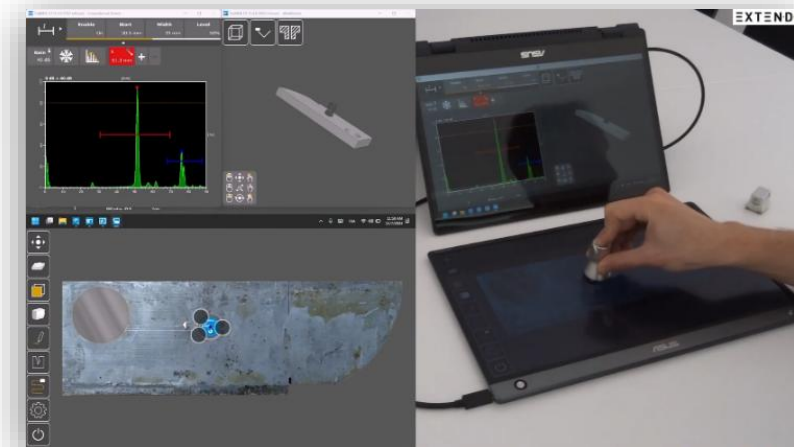
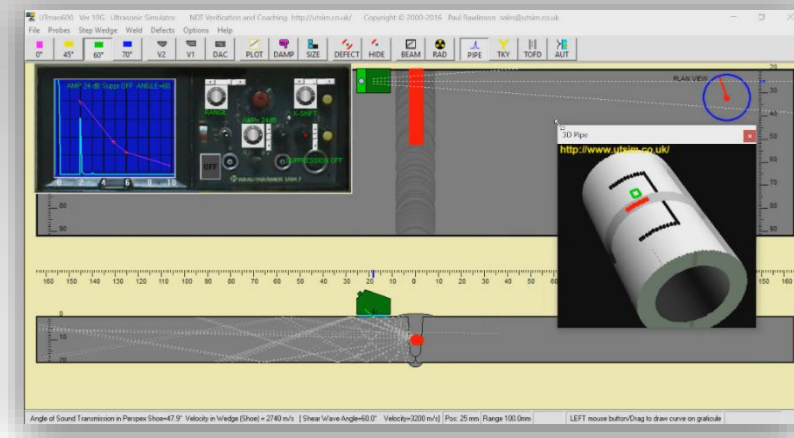
Détection en temps réel de la position d'une sonde factice sur un maquette de pièce (impression 3D).

Affichage des signaux correspondants sur un écran déporté.

- **TraiNDE UT (EXTENDE):**

Détection en position et orientation d'une sonde factice sur un écran tactile affichant l'image d'une pièce ainsi que le signal correspondant en temps réel, sur ordinateur ou appareil UT réel.

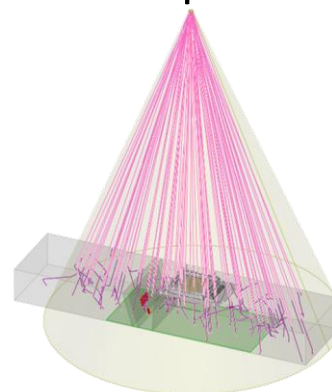
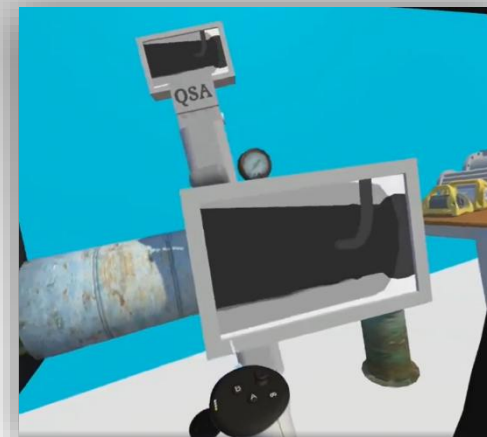
- Mais aussi des logiciels de simulations tels que **CIVA Education** pour comprendre la théorie, les phénomènes physiques



Etat de l'art (non exhaustif)

| En RT:

- D. Hoke développe des applications de réalité virtuelle pour introduire la radiographie pour les débutants.
- TraiNDE RT (EXTENDE):
Permet de préparer de façon immersive (en réalité virtuelle ou sur écran de PC) l'inspection de pièces par rayon X ou gamma, de définir les paramètres de tir puis de faire l'analyse du film argentique.
- Mais aussi des logiciels de simulations tels que CIVA Education pour comprendre la théorie, les phénomènes physiques (impact du rayonnement diffusé, ...)



Enjeux des formations END et solutions apportées

- | En formation UT, les stagiaires doivent apprendre et comprendre plusieurs notions importantes:
 - Principes physiques et mathématiques,
 - L'analyse des signaux observés,
 - Le geste d'inspection.

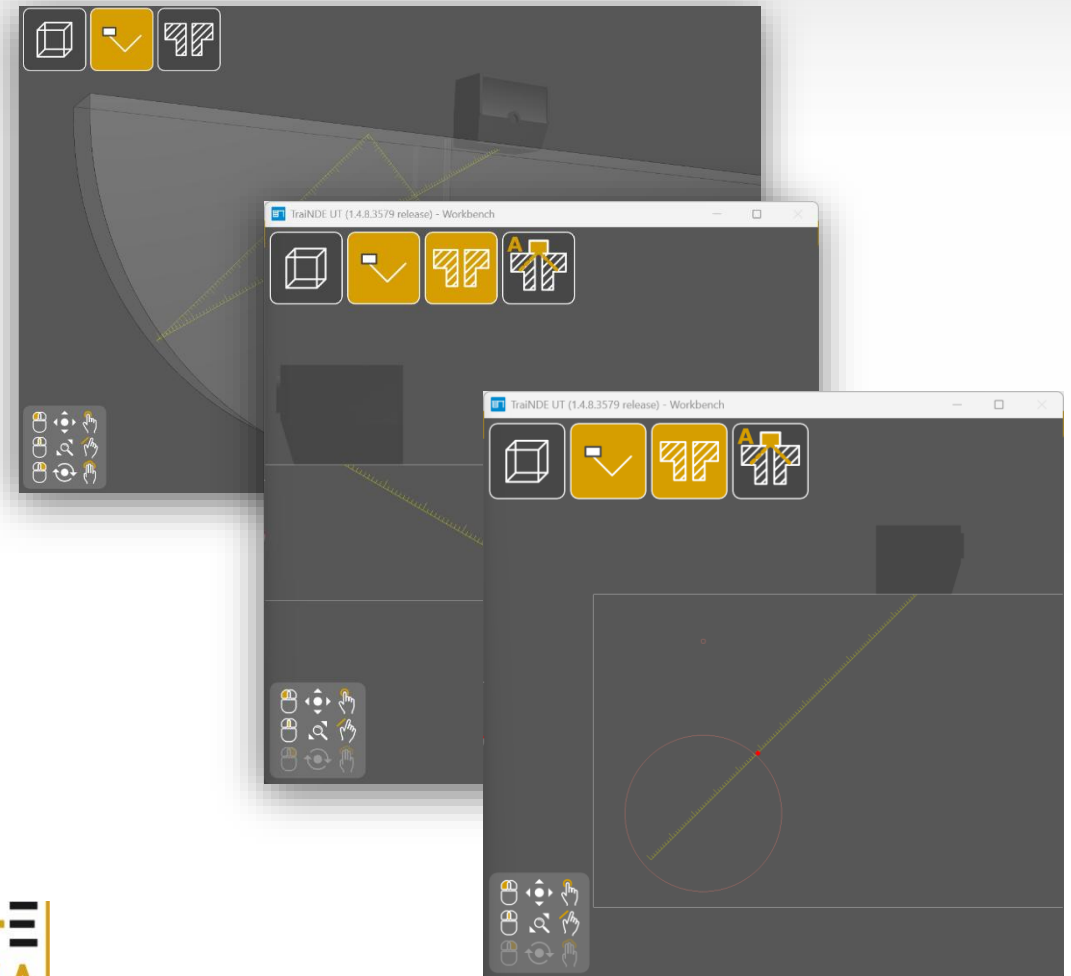
- | Les formations RT font face à différents défis:
 - Enseigner plusieurs procédures de contrôle,
 - Principes physiques et mathématiques,
 - Appréhender l'impact de chaque paramètre de tir,
 - Problématique de la radioprotection,
 - La disponibilité des équipements.

En formation UT – Principes physiques

| Comprendre et apprendre des principes physiques et mathématiques en « rendant visible l'invisible » :

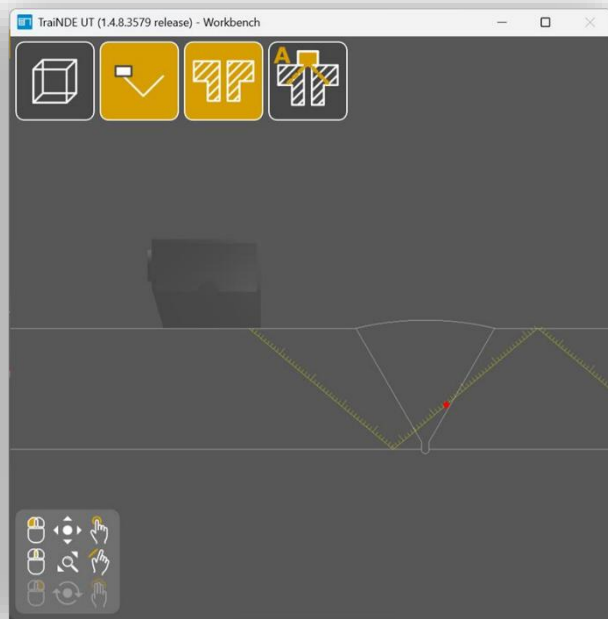
- Lois de Snell-Descartes/ Trigonométrie
- Interaction du faisceau avec la pièce
- Localisation des défauts

Une vue 3D « dynamique » de la pièce et de la sonde et la « localisation » spatiale du dépassement de seuil de la porte permet une meilleure compréhension

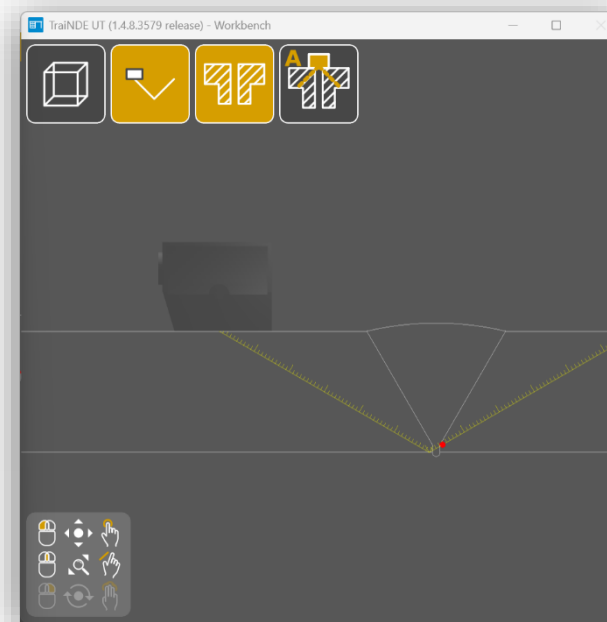


En formation UT – Principes physiques

- | Afficher en temps réel la position de la sonde et le tracé du parcours ultrasonore permet de comprendre chaque paramètre calibré : angle, point d'émergence, zéro.



Mauvais réglage

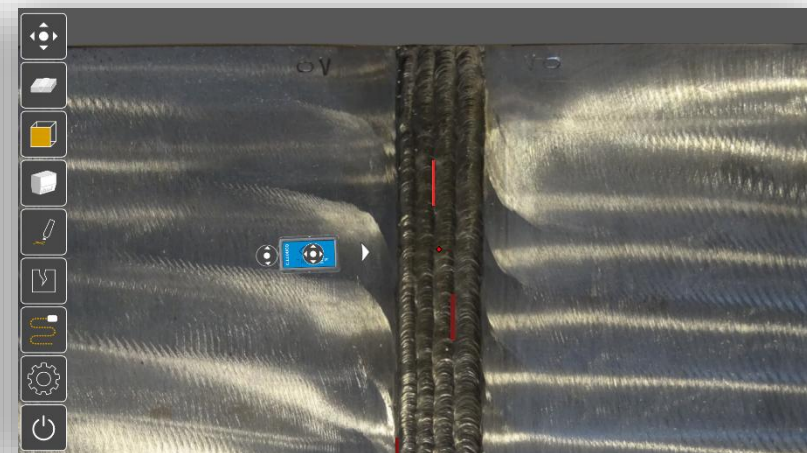
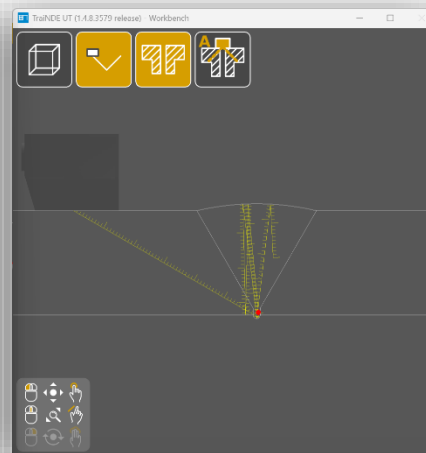


Bon réglage

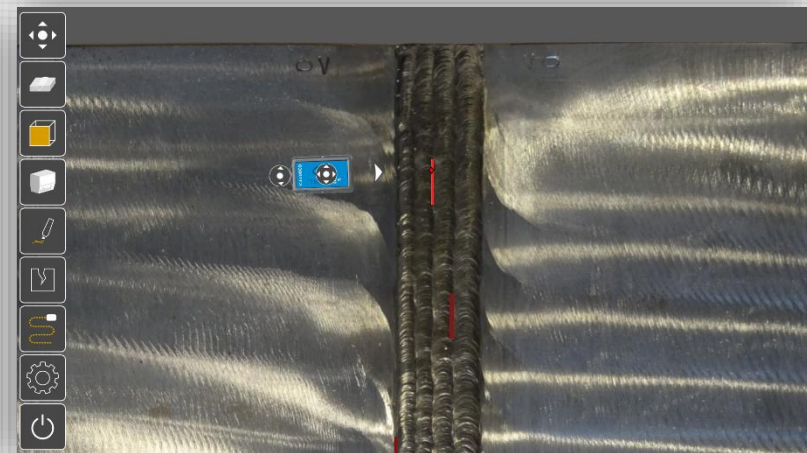
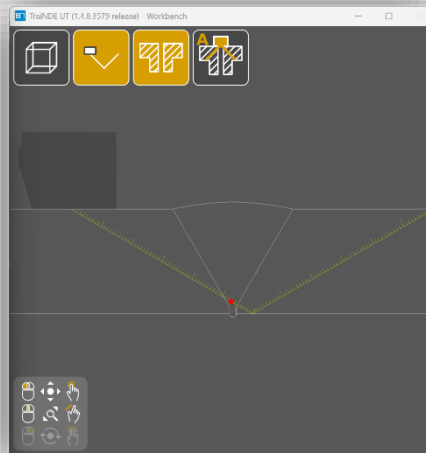
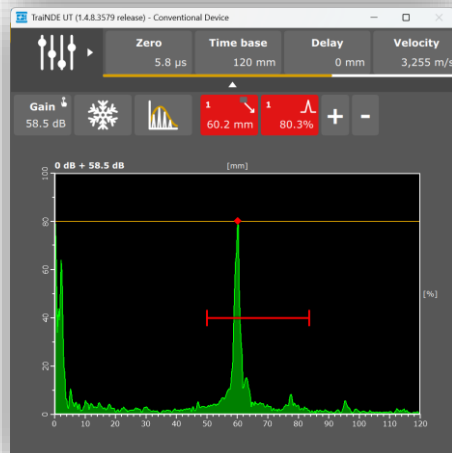
En formation UT - Analyse

- | Apprendre à identifier la nature d'un écho pour les différencier est difficile pour les apprenants: Aide apportée par la vue de coupe et la visualisation des défauts

Détection de l'écho de pied de soudure



Détection d'un manque de fusion



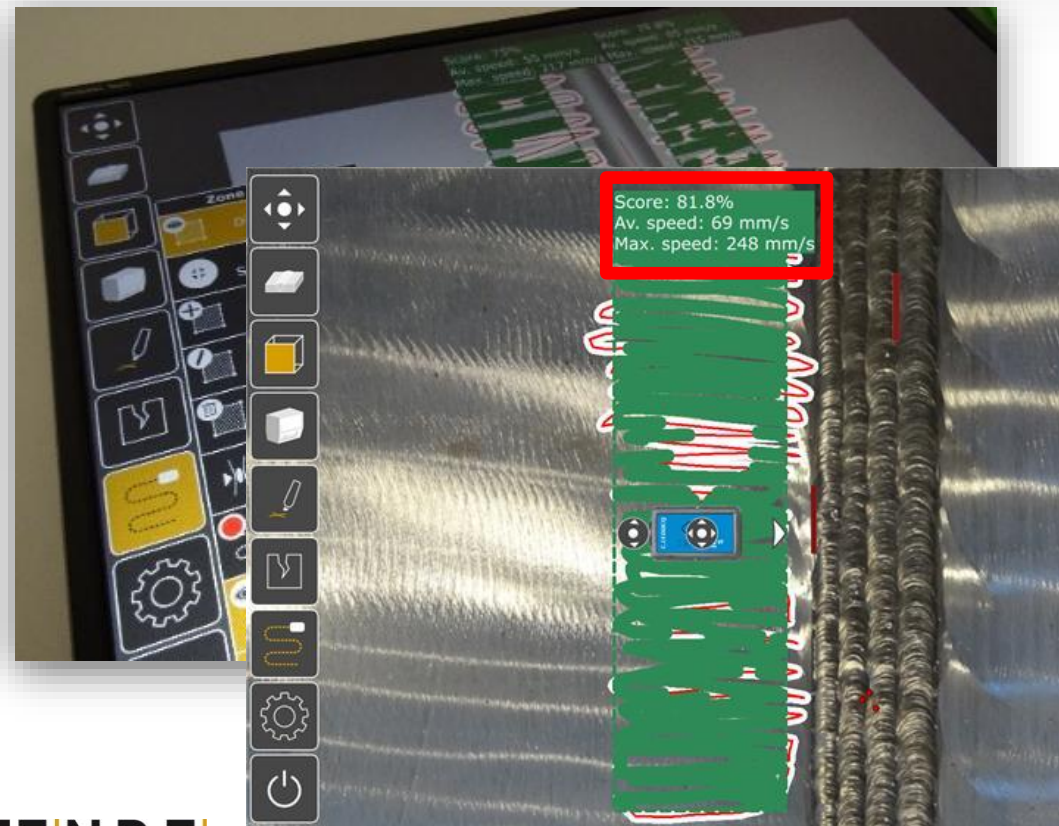
En formation UT – Geste opérateur

| Maîtriser la gestuelle de contrôle est primordiale:

Sur un contrôle réel, difficile d'avoir des informations concrètes permettant à l'opérateur de s'améliorer

Capacité des simulateurs à :

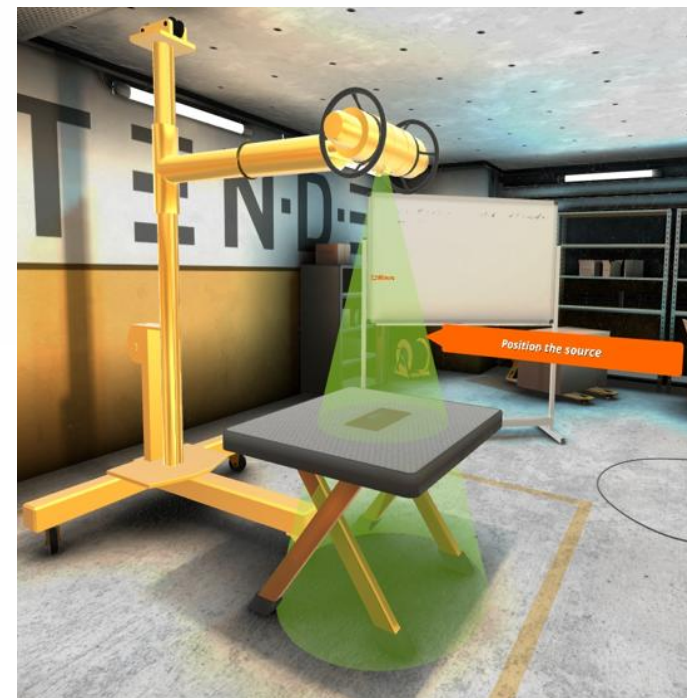
- Afficher le tracé du passage de la sonde,
- Changer la couleur en fonction des erreurs commises,
- Prodiguier des valeurs quantitatives sur la qualité du geste
- Indiquer la vitesse de balayage



En formation RT – Radioprotection

- | Les précautions à prendre lors de la pratique de la méthode:
 - Sont certes une nécessité à acquérir pour le métier de contrôleur.
 - Mais aussi un frein à la rapidité d'apprentissage vis-à-vis des phénomènes physiques et des paramètres de tir et empêche de multiplier les tirs d'essais

Les simulateurs permettent de passer outre les contraintes de radioprotection et de pratiquer sans exposition radioactive.



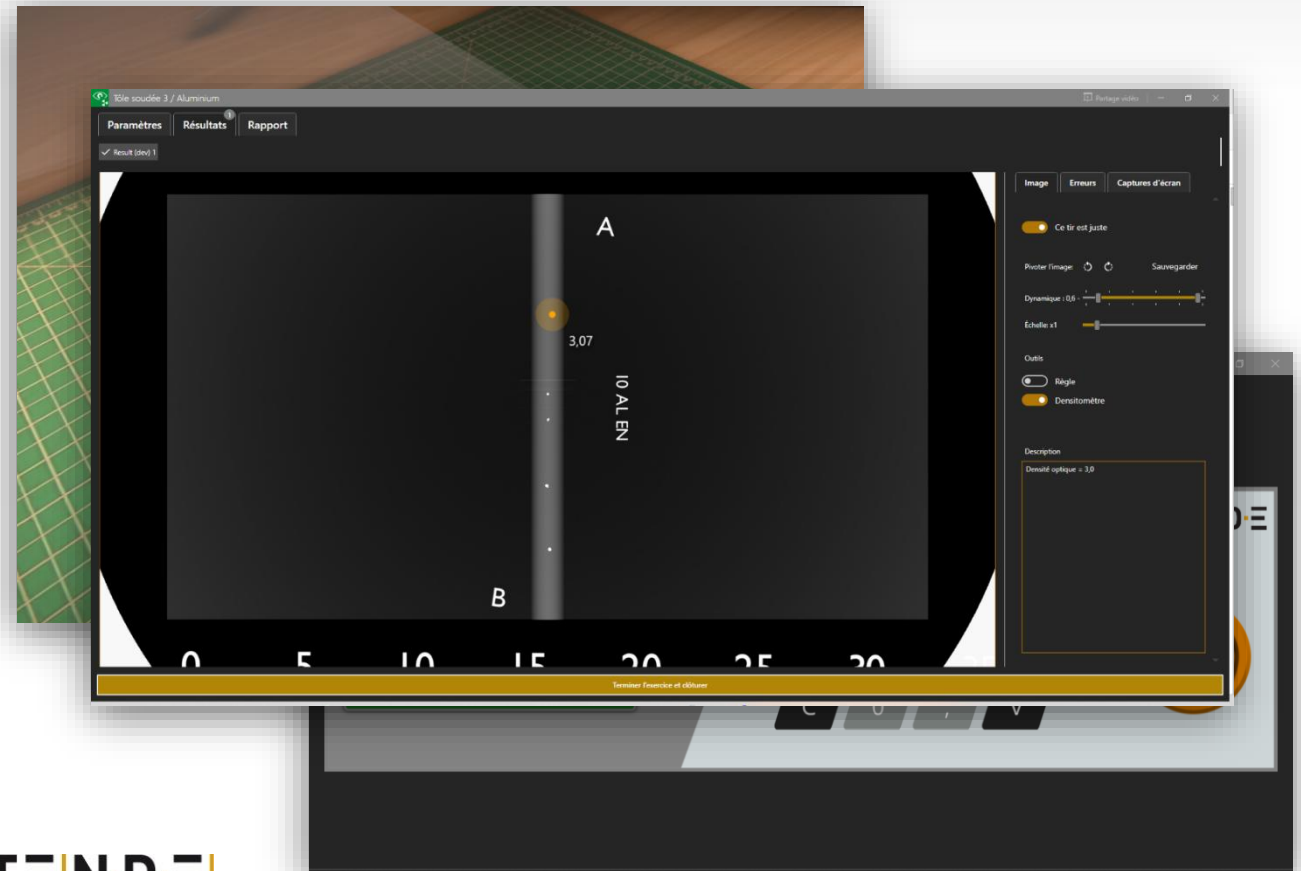
En formation RT - Disponibilité

La disponibilité du matériel et les temps d'attentes impactent le nombre d'heures de pratique durant les semaines de formation.

Sans contrainte d'accès, une disponibilité permanente des équipements permet :

- Augmentation des heures de pratiques
- Multiplication des essais et résultat « immédiat »

→ Permet de comprendre l'impact de chaque paramètre (tension, intensité, activité, position de la source, etc.)

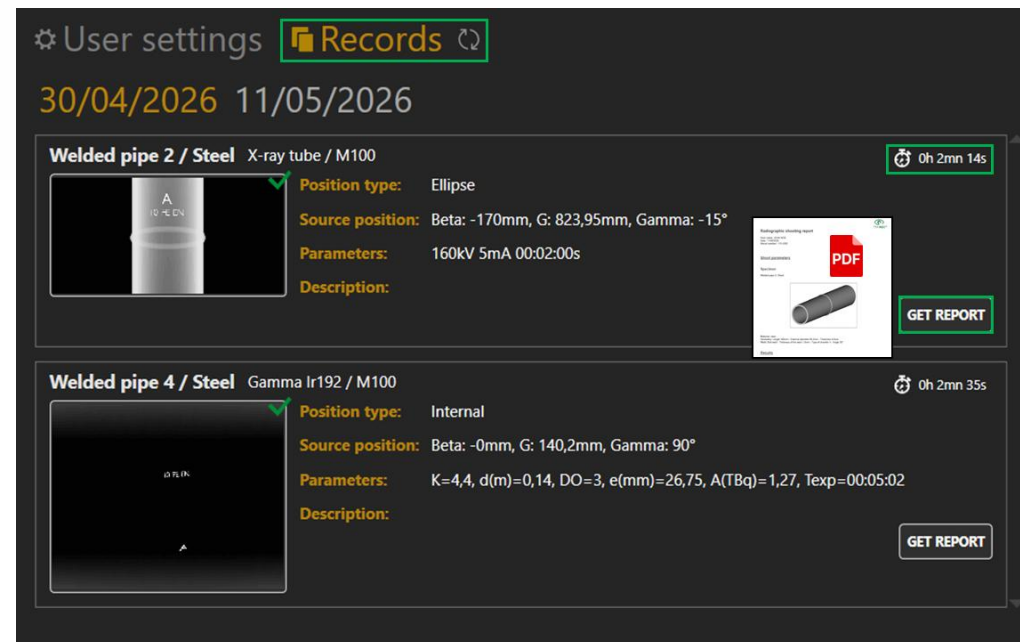
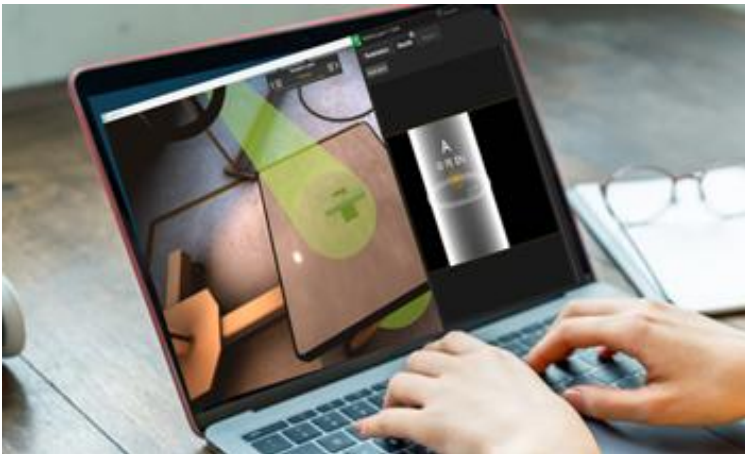


Formation à distance – E-learning

| Les formations en ligne offrent des cours théoriques mais pas ou peu d'outils pour la « pratique »:

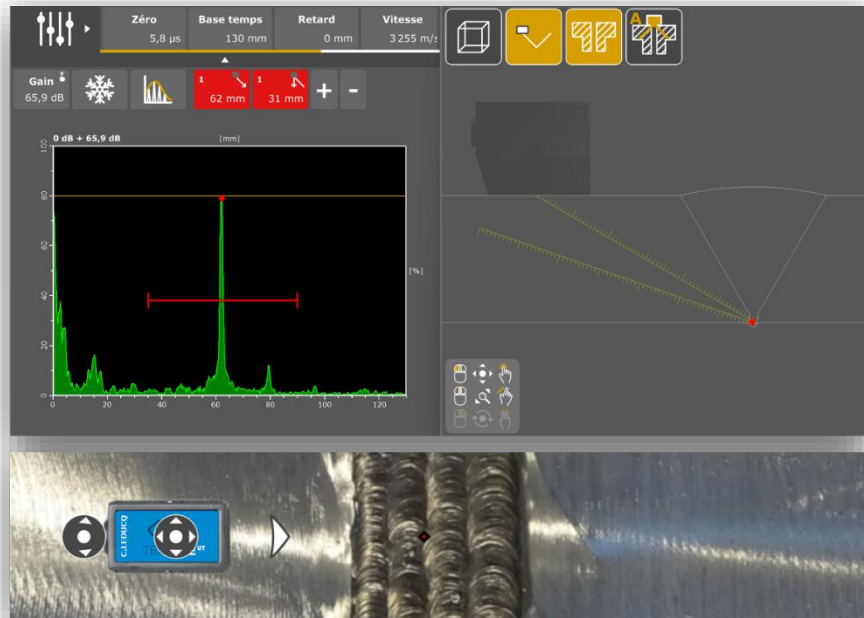
➔ Rendre l'accès aux simulateurs à distance permet d'offrir des cours de pratique lors de ces sessions en ligne et monitorer le travail effectué:

- Préparation de sessions adaptées à l'objectif (entraînement, examen, pièces ciblées)
- Récupération du temps de pratique, des exercices effectués, du nombre de tirs
- Rapport d'examen numérique



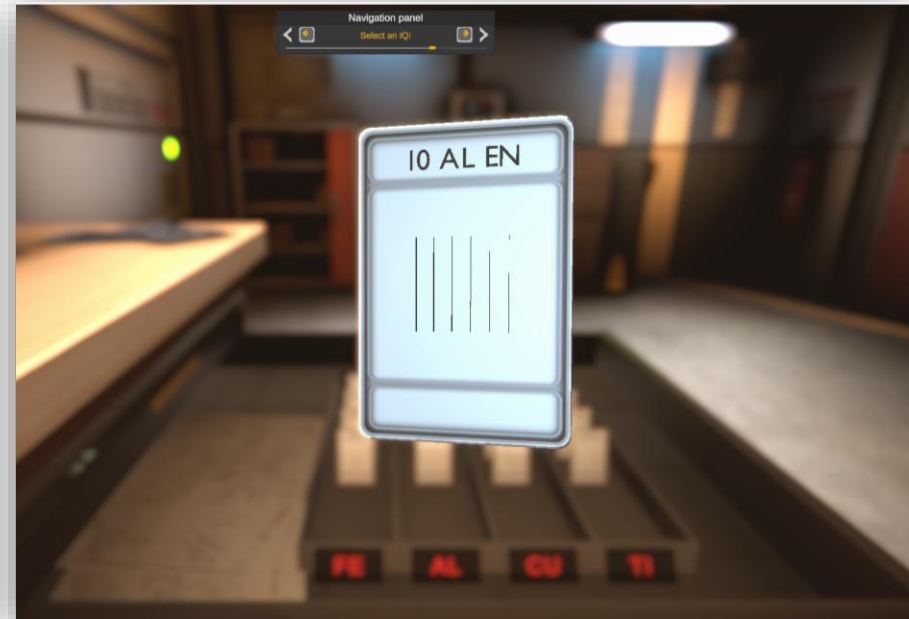
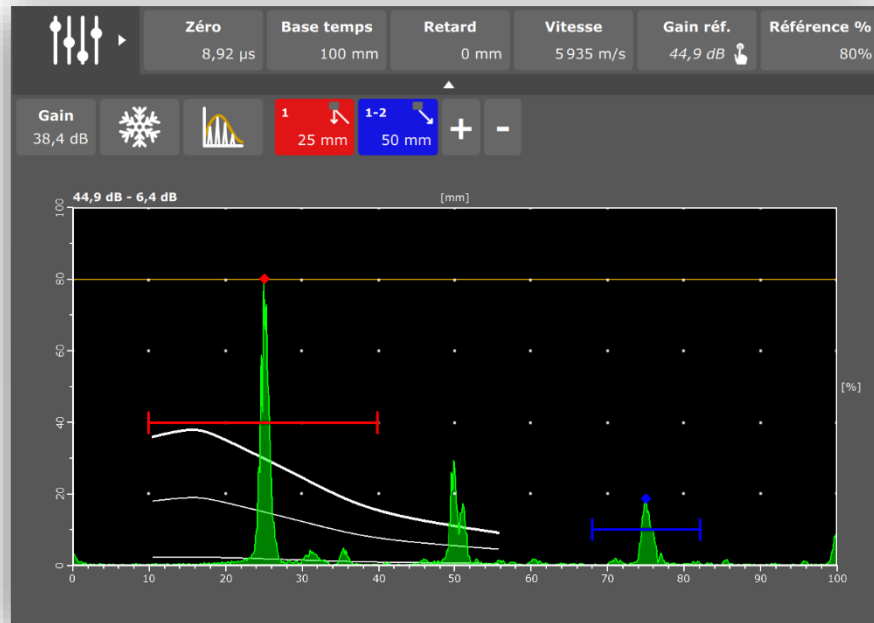
L'intérêt des simulateurs, c'est aussi

- | Un équipement facile à transporter chez un client
- | Des outils innovants et digitaux :
Attractivité du métier de contrôleur auprès des étudiants



Les défis de développement des simulateurs

- Un environnement réaliste : Fidèle « visuellement » avec la réalité (des équipements, des environnements de travail, des pièces utilisées, etc.)



Les défis de développement des simulateurs

| Des données/Signaux/Images réalistes.

Plusieurs méthodes possibles :

- ➡ Approche expérimentale : Construire des bases de données obtenues à partir de moyens d'essais réels : Réalisme « garanti » mais problématique de la taille des données
- ➡ Par simulation, à l'aide de modèles éprouvés: Capacité à générer facilement les signaux/images dans un volume important, à « déplacer » aléatoirement les défauts, etc. Attention à garantir des signaux réalistes.
- ➡ Hybride, en mixant des données expérimentales et des réponses de défauts simulées pour bénéficier des atouts de chacune des approches.

Conclusion

- | Les contrôles non destructifs s'appuient sur des phénomènes, parfois complexes. Leur compréhension est un enjeu majeur pour la compétence des opérateurs et in fine pour la qualité des contrôles et donc la sécurité des installations.
- | Les simulateurs offrent des outils visuels permettant d'appréhender le contrôle de manière dynamique et pédagogique. Ces outils permettent aussi aux formateurs d'adapter l'enseignement prodigué, d'en réduire les risques et de multiplier le nombre d'essais.
- | Il reste évidemment indispensable de pratiquer sur un équipement et pièce réelle. Les simulateurs sont là pour faire « plus » et « mieux » et rendre la phase de pratique réelle plus efficace.
- | Pour le moment aucune étude ne permet de quantifier l'impact des simulateurs sur l'apprentissage des END contrairement aux simulateurs de vols ou médicaux où ces outils sont parfaitement reconnus. Des travaux s'engagent. Un effort de labellisation doit aussi provenir des sociétés de CND pour « changer d'échelle » sur l'utilisation de ces outils.