



Plateforme de simulation pour le CND

Nouvelles fonctionnalités : CIVA 10 avait introduit les géométries CAO 3D complexes homogènes dans CIVA. Avec CIVA 11, les pièces **CAO 3D hétérogènes** sont maintenant disponibles dans CIVA UT et CIVA RT-CT, élargissant ainsi considérablement les applications potentielles de CIVA : structures assemblées, soudures dans des composants complexes, géométries 3D avec revêtement, etc. Cela permet par exemple de prendre en compte en UT les variations de propriétés acoustiques dans un composant complexe après traitements thermiques, ou en RT de simuler la présence de plusieurs objets pour reproduire des **phénomènes de rétrodiffusion**, etc. Les limites ne sont plus que vos idées !

En ET, un nouveau module pour traiter les configurations axisymétriques remplace l'ancien module « Multi-Transfo » et augmente ainsi les capacités de simulation, car il permet de simuler certaines configurations de réponse de défauts dans les **zones de transition de judgeonnage**, avec possibilité de prendre en compte la plaque tubulaire (générateurs de vapeurs), ou des tubes avec un profil irrégulier défini par un profil CAO 2D. En ce qui concerne les tubes, le champ électromagnétique peut maintenant être calculé et affiché dans des géométries cylindriques dans le module de calcul de champ de CIVA ET. Des bobines de forme complexe, le maillage automatique pour les défauts... sont quelques-unes des nouvelles fonctionnalités de CIVA ET.

En RT-CT, les **détecteurs photo-stimulables** sont maintenant disponibles, ce qui fait de CIVA un outil de simulation majeur dans le monde de la **radiographie numérique** !

En GWT, CIVA 11 permet de prendre en compte non seulement un défaut perpendiculaire au guide d'onde, mais aussi une **discontinuité géométrique** (telle qu'une soudure, une variation de diamètre, une rainure, ou une jonction entre parties droites), pour une prédiction des échos de géométrie. Les calculs de modes et de champs peuvent aussi être réalisés sur des géométries de section CAO 2D, comme des **rails**. Comme dans CIVA UT, CIVA GWT 11 est maintenant capable de calculer des **lois de retards** permettant de focaliser des ondes guidées dans un tube. Enfin, le pipe peut être considéré comme rempli d'un fluide.

De nombreuses nouvelles sondes et capteurs sont également proposées pour les modules UT et ET : les **sondes EMAT** peuvent maintenant être simulées en utilisant à la fois les modules CIVA ET et CIVA UT (pour des matériaux non ferromagnétiques). En UT, les **sondes UT multiéléments « personnalisées »** rejoignent la bibliothèque de sondes CIVA, ainsi qu'un nouvel outil plus intuitif pour la définition de séquences avec les traducteurs multiéléments. En ET, un ensemble de nouvelles formes de bobines sont maintenant disponibles (bobine « D », spirale, serpent, bobine « Circuit », etc.)

Après être apparues dans CIVA 10 pour les modules ET et UT, **les simulations POD dans le module RT** sont maintenant possibles grâce à l'implémentation de certains **critères de détectabilité automatiques**. Cette nouveauté permettant d'évaluer la détectabilité des défauts rend le module de simulation RT encore plus utile.

Dans le but de se rapprocher des possibilités offertes par les systèmes d'acquisition, une nouveauté majeure est la possibilité de définir une ou plusieurs **portes d'acquisitions** dans le module CIVA UT, comme vous le feriez dans un système. De plus CIVA est maintenant compatible avec les **fichiers d'acquisition de données OMNISCAN®** (nécessité de contacter Olympus pour mettre à jour la clé de protection Olympus permettant cette nouvelle fonctionnalité) ; ceci permet à partir de données **OMNISCAN®** de profiter des outils de CIVA en termes d'imagerie, de post-traitement et d'analyse de données ! Ce sont des étapes extrêmement importantes qui ouvrent de nouvelles perspectives pour les futures évolutions de CIVA. De la même manière, dans le module CT, vous pouvez maintenant importer des **fichiers d'acquisition CT**, ce qui signifie que vous pouvez **simuler et essayer diverses reconstitutions en 3D sur des données réelles** !

De meilleures performances en étant plus précis : les améliorations continues d'architectures de machines d'un côté, et optimisations de modèles d'un autre côté permettent de traiter des configurations de plus en plus complexes tout en améliorant la précision et le temps des calculs.

Dans le module UT, une amélioration importante est la mise en œuvre d'un nouveau modèle pour le calcul **d'échos de géométrie**. Ce nouveau modèle permet une **réduction considérable du temps de calcul pour prédire les échos spéculaires provenant de la géométrie d'une pièce**, calculs qui étaient parfois extrêmement longs dans CIVA 10. Ce nouveau modèle permet également le calcul des **échos spéculaires aux interfaces internes** d'une pièce (configurations multivolumes ou multicouches par exemple). Un nouveau modèle pour la réponse de défauts, "KGTD", permet de **calculer à la fois les contributions spéculaires et la diffraction en présence d'un défaut** (alors qu'il fallait réaliser 2 calculs séparés auparavant). En TOFD, le **calcul de l'onde latérale a été amélioré** pour mieux rendre compte d'interfaces courbes et des effets d'ombrage. Le modèle "SOV" a été étendu à la plupart des défauts volumiques (sphérique, cylindrique). Enfin, un nouveau modèle a été développé pour le calcul de l'atténuation et du bruit dans les structures polycristallines. Ce nouveau modèle est à la fois plus précis et plus facile à utiliser que celui existant dans CIVA 10.

En ET, un modèle spécifique a été mis en place pour rendre compte précisément de la réponse de **défauts minces de type fissures**. Les défauts peuvent également être combinés pour simuler des défauts complexes ou pour ajouter des fissures dans un trou de perçage. Le système d'alimentation ET peut également être pris en compte dans le modèle avec la possibilité d'introduire les **paramètres électriques des câbles** et de définir soit une source de tension soit une source de courant.

En RT, le calcul Monte-Carlo a été amélioré pour permettre la prise en compte du phénomène de **création de paires**, ce qui conduit à une modélisation plus précise des sources à hautes énergies, en particulier pour les accélérateurs à rayons X. Avec le nouveau modèle de détecteur numérique, le modèle tient également compte des effets d'un écran renforceur.

Toutes ces améliorations s'ajoutent à une **parallélisation massive** du code sur les processeurs permettant aux utilisateurs de **calculer beaucoup plus de configurations en beaucoup moins de temps !** En outre, **les temps de calcul sont maintenant estimés** au lancement d'un calcul, ce qui devrait permettre à l'utilisateur de gagner en efficacité et optimiser l'organisation de ses études de simulation.

Même si CIVA fonctionne toujours sur les ordinateurs 32 bits, il est maintenant fortement conseillé de passer à des machines 64 bits pour profiter pleinement de toutes ces améliorations. Cette nouvelle version CIVA 11 est compatible avec le nouveau système d'exploitation Windows 8 (et est toujours compatible avec Windows 7 et XP).

Plus convivial: Un bon logiciel doit être non seulement puissant, mais également facile à utiliser. Après un grand changement dans CIVA 10, des efforts importants ont encore été effectués afin de rendre CIVA 11 encore plus convivial.

Dans CIVA UT, certaines pièces classiques peuvent désormais être créées automatiquement de manière paramétrique ; par exemple de nombreux **profils de soudures** sont disponibles (chanfreins en V, X, J, etc.) : vous économiserez beaucoup de temps ! Un autre nouvel outil disponible dans CIVA UT est la capacité de trouver automatiquement la position optimale d'une sonde UT afin d'obtenir un angle d'incidence donné sur un défaut : cela peut être une fonctionnalité très utile pour l'aide à la préparation d'un plan d'inspection ! Les **panneaux** du signal d'entrée, des réglages multiéléments et des options de calcul **ont été repensés pour une utilisation plus facile**. Les **fonctionnalités d'analyse** ont été considérablement améliorées avec notamment l'apparition de **l'outil d'identification de modes** depuis les différentes images résultats en réponse des défauts UT, un outil attendu depuis des années par la plupart des utilisateurs ! L'étalonnage peut maintenant être effectué et modifié en post-traitement. D'autres outils ont également été développés comme la mesure de distance sur une image par un clic souris, des nouvelles images de type Cscan « Profondeur » ou « Temps de vol », les « vues pièce » avec un rendu de volume .. et des outils d'analyse adaptés aux inspections TOFD (étalonnage pour la mesure de la profondeur, curseurs hyperboliques).

Dans CIVA ET, le **maillage des défauts** est maintenant proposé de façon **automatique**, ce qui simplifie considérablement l'utilisation de ce module. L'interface de l'environnement d'analyse ET a aussi été fortement améliorée et enrichie avec de nouveaux outils. Toujours dans CIVA ET, des **courbes de signal de lift-off** sont maintenant directement accessibles, constituant un outil très utile qui manquait dans les précédentes versions ! Les **courbes de réponse fréquentielle** des sondes peuvent également être simulées.

Dans CIVA RT, l'utilisateur peut maintenant définir une **densité optique cible** afin d'identifier facilement le temps de pose le plus pertinent pour un contrôle donné.

Les possibilités de calculs de variations paramétriques et de courbes POD ont été améliorées avec une nouvelle façon de définir les paramètres de variations ou paramètres incertains. La page d'environnement d'une étude

POD a également été repensée afin d'offrir plus de fonctionnalités comme la sélection immédiate de données prises en compte ou des visualisations graphiques des lois statistiques utilisées.

Finalement, le module **CIVA ATHENA2D a été intégré dans le même environnement que le module UT**, pour permettre un passage immédiat d'un module à l'autre et améliorer le confort de l'utilisateur.

RECOMMANDATIONS HARDWARE & SOFTWARE

Configuration Standard * :

- OS 64 bits == Windows 7 / Windows 8
- Biprocesseur
- Ram >= 4 Go
- Disque Dur >= 250 Go
- Résolution Graphique == 1280x1024 ou 1900x1200
- Lecteur DVD ROM
- Port USB pour clé de protection physique (des clés de protection logicielles seront proposées par défaut)

les systèmes Windows 7 32bits et Windows XP sont maintenus (avec un minimum de 2Go de RAM **MAIS les systèmes 64 bits sont fortement conseillés). Des dysfonctionnements peuvent survenir lors de calculs réalisés sur ces systèmes en raison de performances limitées.*

Configuration Optimale :

- OS 64 bits == Windows 7 / Windows 8
- Quadri ou Octo processeur
- Ram >= 8 Go
- Disque Dur >= 250 Go
- Résolution Graphique == 1280x1024 or 1900x1200
- Lecteur DVD ROM
- Port USB pour clé de protection physique (des clés de protection logicielles seront proposées par défaut)
- Processeur graphique GPU == GTX580 ou Tesla2070 (utilisé pour les calculs dans le module CT seulement)

SIMULATION UT

Les outils de simulation pour la technique UT proposent :

- “**Calcul de champ**” : simulation de la propagation du champ ultrasonore
- “**Simulation d’inspection**” : interaction du faisceau ultrasonore avec les défauts et la pièce inspectée

L'utilisateur peut simuler une inspection complète (**Pulse écho, Tandem** ou **TOFD**) avec une large gamme de sondes (**conventionnelles, multiéléments** ou **EMAT**), de pièces et de défauts.

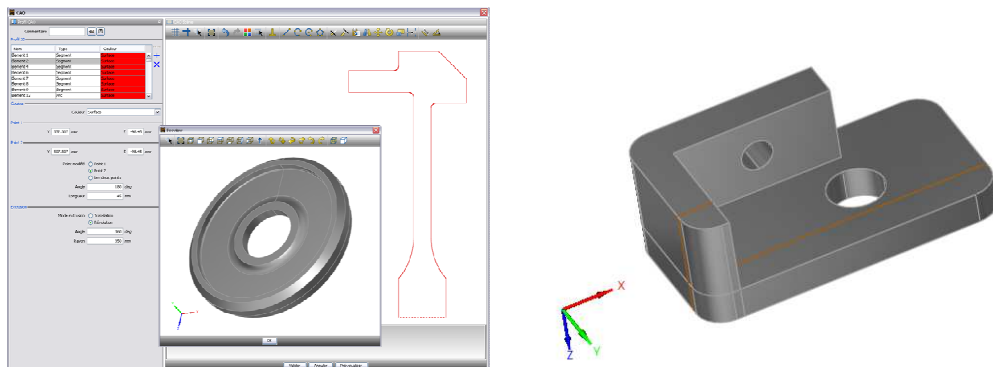
Pièces

Géométries paramétriques et fichiers CAO :

L'interface graphique permet à l'utilisateur de définir les géométries de pièces suivantes :

- Pièce canonique : plane, cylindrique, conique, sphérique.
- Géométrie prédéfinie : **piquage, soudure**, (13 formes de chanfreins différents disponibles dans la bibliothèque), **piéd d'ailette, rainure, PFC, coude, plaques rivetées**).
- **Fichiers de profil CAO 2D** associé à une extrusion 3D par translation ou par rotation : le profil peut être homogène ou hétérogène. Ce type de pièce peut être défini par importation de fichier CAO (format DXF ou IGES), ou bien en utilisant directement l'éditeur CAO intégré à CIVA.
- **Fichiers CAO 3D** (format IGES ou STEP) : solides homogènes ou **hétérogènes**, assemblages de structures avec différents solides.
- Des images (par exemple des **macrographies**) peuvent être importées dans pour guider la définition des pièces et leur positionnement.

CIVA peut également exporter les différentes pièces au format IGES.



Géométries CAO

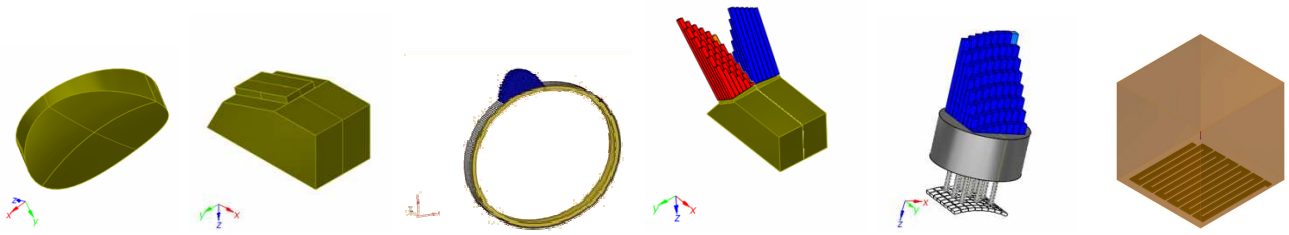
Matériaux :

Le matériau constituant la pièce peut être solide ou liquide, homogène ou constitué de plusieurs couches (revêtement par exemple). Chaque couche peut être isotrope ou anisotrope de symétrie et orientation arbitraire. Les matériaux disponibles ne sont pas seulement **métalliques**, ils peuvent aussi être de type **composite à fibres** ou **composites granulaires** (par exemple **béton**). Un nouveau modèle appelé « polycristallin » permet de définir une structure de grains monophasiques ou biphasiques sur la base de la connaissance de la taille des grains. Ce modèle inclut le calcul de **lois d'atténuation** et la prise en compte du **bruit de structure**. Enfin, des simulations sur des structures à « gros grains » peuvent être effectuées par la création de volumes à l'aide de diagrammes de Voronoï. Ce modèle permet de reproduire des phénomènes de déviation du faisceau, typiques des structures à gros grains (par exemple pour certains aciers inoxydables).

Capteurs

Une large gamme de capteurs ultrasonores est disponible (de conception standard ou avancée) :

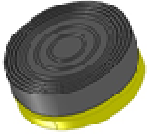
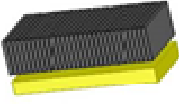
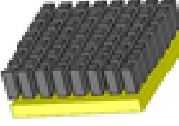

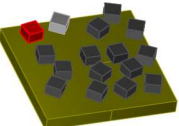
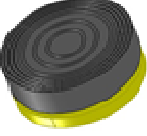
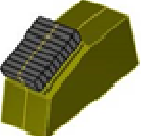
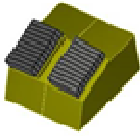
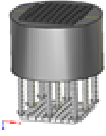

- Monoélément, **SE, Multiéléments** (voir le paragraphe sur les réglages multiéléments), capteurs **TOFD, Tandem** ou **EMAT**
- Inspection au contact ou en immersion
- Pastille de forme rectangulaire, circulaire ou elliptique
- Capteur focalisé avec mise en forme (sphérique, cylindrique, bifocale), ajout de lentille acoustique, ou surface de Fermat



Réglages Multiéléments

Une large gamme de traducteurs multiéléments est disponible dans CIVA :

- Annulaire, **Linéaire**, **matriciel**, sectoriel ou elliptique
- Barrette à découpe linéaire courbe « encerclée » ou « encerclante » pour l'inspection de tube
- Capteur Flexible (permettant un couplage optimisé avec des surfaces complexes), linéaire ou matriciel.
- **Multiéléments « personnalisés »** en mode manuel ou automatique (disposition aléatoire des éléments).

<p><i>Annulaire</i></p> 	<p><i>Linéaire</i></p> 	<p><i>Matriciel</i></p> 	<p><i>Sectoriel</i></p> 	<p><i>Réseau Aléatoire</i></p> 
<p><i>Immersion</i></p> 	<p><i>Contact</i></p> 	<p><i>SE linéaire</i></p> 	<p><i>Flexible</i></p> 	<p><i>Barrette linéaire courbe</i></p> 

CIVA permet à l'utilisateur de calculer des lois de retards et des séquences de lois pour des configurations standards ou pour des techniques multiéléments avancées :

- Définition identique ou indépendante des lois focales en émission et en réception
- **Balayage électronique**, simple ou complexe (e.g. ouverture variable en émission et/ou en réception)
- **FMC (« Full Matrix Capture »)**

Les lois de retards peuvent être calculées dans des pièces de géométrie quelconque (canonique ou complexe, structure homogène ou hétérogène) et tous les matériaux disponibles (du modèle le plus simple au plus compliqué) :

- **Balayage angulaire**
- Focalisation en un ou plusieurs points, alignés ou à des positions quelconques
- **Balayage électronique**
- Application de lois d'amplitudes non uniformes (influence d'une sensibilité variable des éléments par exemple, phénomènes d'apodisation de faisceau)
- Application de lois de retards dynamiques (dans le cas de géométries complexes, les lois de retards peuvent être calculées pour chaque position du capteur).

CIVA propose également des méthodes de focalisation synthétique avec l'algorithme **FTP (Focalisation en Tout Points)**, qui peut être utilisé pour optimiser la reconstruction d'échos de défauts ou de géométrie. Cette méthode permet à partir d'une acquisition ou d'une simulation multiéléments la reconstruction d'une image en combinant les signaux de manière à obtenir une focalisation optimale en tout point d'une zone de donnée.

Défauts

Un nombre arbitraire de défauts peut être considéré dans une pièce ; ces défauts peuvent être :

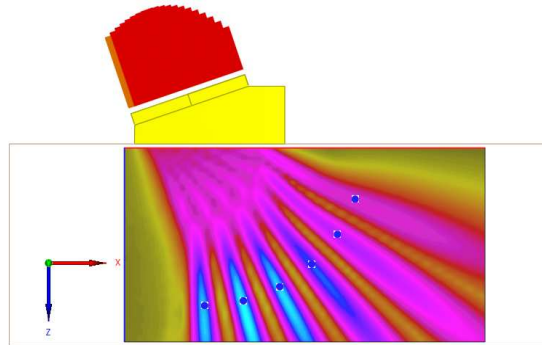
- Des défauts étalons : sphères, trou génératrice, trous à fond plat ou à fond hémisphérique
- Des défauts plans, de taille et orientation arbitraires, rectangulaires ou semi-elliptiques
- Des défauts multifacettes, défauts à contour CAO 2D, défauts ramifiés
- Des inclusions solides (de formes cylindriques, sphériques ou elliptiques°)

Résultats

Calcul de Champ

Un premier module permet de simuler le faisceau ultrasonore rayonné dans la pièce et éventuellement dans le matériau de couplage pour les configurations en immersion.

Le faisceau peut être affiché dans la pièce sous forme d'images d'amplitude selon un code de couleur, ou de surfaces iso amplitudes. Les directions de propagation locales ou encore l'allure des fronts d'ondes peuvent être visualisées (et sauvegardés en tant que fichiers d'animation au format AVI). Pour les sondes multiéléments fonctionnant en mode « multi-tirs » (par exemple balayage angulaire), un simple faisceau pour un tir ou bien une image de faisceau cumulé sur tous les tirs peuvent être affichés.



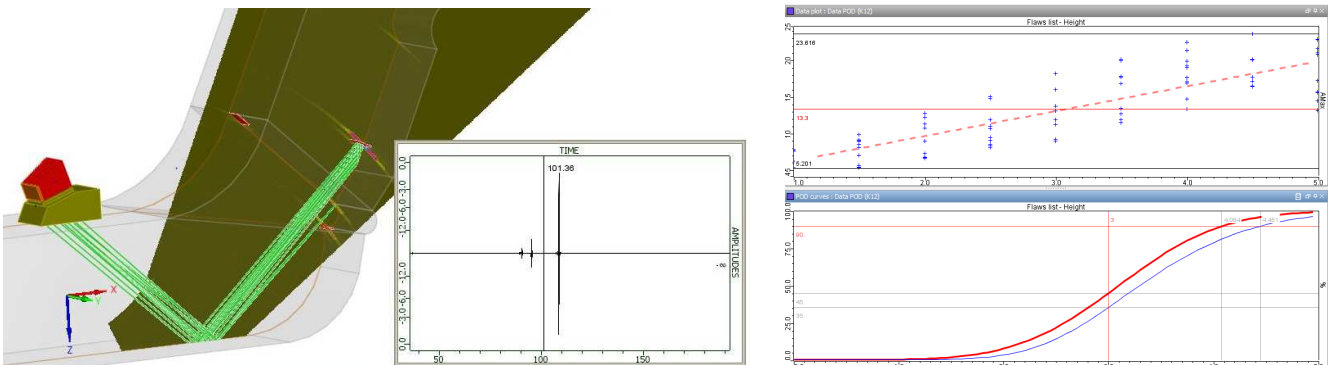
Faisceau pour plusieurs tirs avec un transducteur multiéléments

Simulation d'inspection

Ce module permet la simulation de l'interaction faisceau-défaut et la prédiction de l'amplitude et du temps de vol de différents échos de défauts : **écho direct**, **écho de coin**, **écho de diffraction**, etc. Le nombre de rebonds n'est pas limité. Il est aussi possible de calculer les échos de géométrie (échos de fond, échos de surface et échos d'interfaces). Les conversions de modes peuvent être prises en compte, ainsi que certaines ondes rampantes.

En configuration TOFD, les échos de diffraction aux extrémités d'un défaut sont simulés, ainsi que l'**onde latérale**. La liste des modes permet à l'utilisateur de choisir plus particulièrement les modes qu'il souhaite calculer.

Il est possible de calculer des courbes POD (Probability Of Detection), en prenant en compte un nombre non limité de paramètres d'entrée incertains.

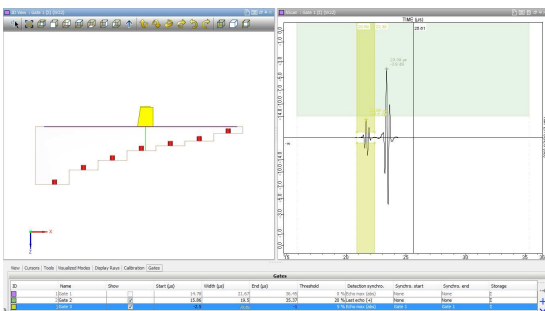


Résultats de simulation d'inspection : S-Scan, A-Scan, courbe POD, etc

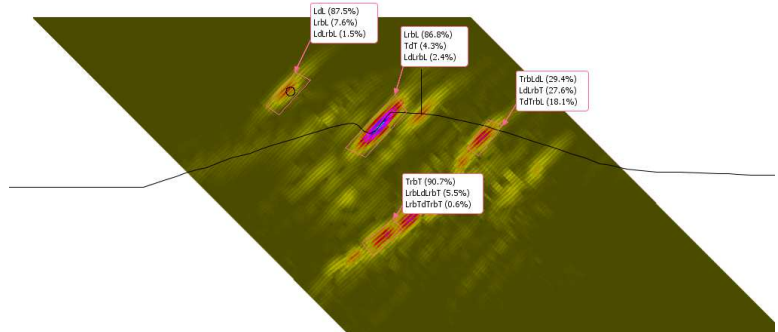
Outils d'analyse

Les résultats de calcul sont représentés à l'aide des courbes classiques d'une inspection UT (A-Scan, courbe échodynamique), ou encore des images 2D dans le cas de contrôles plus avancés (B-Scan, C-Scan, S-Scan, E-Scan, etc.) qui peuvent être **reconstruites et affichées dans la pièce contrôlée**, permettant une analyse et une compréhension optimale des phénomènes physiques conduisant aux différents échos observés. Les résultats peuvent être étalonnés par rapport à un réflecteur de référence. Il est possible d'utiliser des « courbes CAD » pour compenser le gain en fonction de la profondeur.

Des portes d'acquisition peuvent être définies avant ou après le calcul (en post-traitement). Un outil **d'identification de modes** permet à l'utilisateur d'identifier automatiquement les modes qui contribuent à former un écho. Des outils de mesure d'amplitude ou de distance sont également disponibles.



Définition de portes d'acquisition



Outil d'identification de modes

Un outil de **tracé de rayons** complète ces outils (il prend en compte les conversions de modes, toutes les réflexions, permet d'afficher le temps de vol sur le trajet ultrasonore, etc.). Cet outil est connecté à la liste de modes calculés, et permet ainsi de guider la compréhension et l'analyse de certaines interactions.

L'interface graphique peut être personnalisée, et cette personnalisation peut être sauvegardée et donc réutilisée a posteriori.

En complément aux résultats de simulation, CIVA permet d'importer et de post-traiter des **données d'acquisition** réelles provenant des appareils **Omniscan®** (nécessite une clé fournie par Olympus) et des appareils **M2M**. De plus tous les résultats de CIVA peuvent être exportés au format ASCII (A-Scan, C-Scan, courbe POD, etc.).

Le logiciel dispose également d'une large gamme d'outils de traitement du signal, dont les plus classiques (filtres, etc.), ou d'autres plus avancés (transformée en ondelettes, méthodes de déconvolution, ou encore méthode « Split Spectrum »). Un outil de segmentation de données permet de réaliser des regroupements 3D de signaux ; associé à un gestionnaire de groupes avancé, il est possible d'aller jusqu'à l'export d'un rapport d'examen. Les différentes étapes du travail d'analyse (limitations, traitement de signal, etc.) sont sauvegardées et modifiables à tout moment. Ainsi, lors de l'analyse de jeux de données volumineux, il est possible de limiter et d'extraire des données sur certaines zones d'intérêt, de les sauvegarder, commenter, etc.

Vous trouverez plus d'informations sur le module UT en consultant

<http://www.extende.com/fr/controle-par-ultrasons-avec-civa>

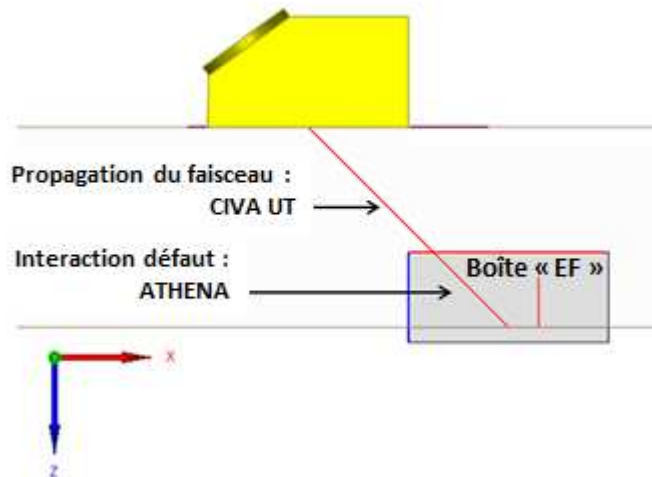
CIVA ATHENA 2D

Le confort d'utilisation de CIVA, la puissance des Éléments Finis... mais rapide !

CIVA ATHENA 2D est un module additionnel lié au module CIVA UT. Cet outil est un module hybride, alliant à la fois les modèles de calcul semi-analytiques de CIVA et la méthode des éléments finis développée dans le code ATHENA (par EDF). La connexion avec les éléments finis permet de traiter des configurations très complexes qui peuvent être rencontrées lors d'une inspection UT.

La boîte EF

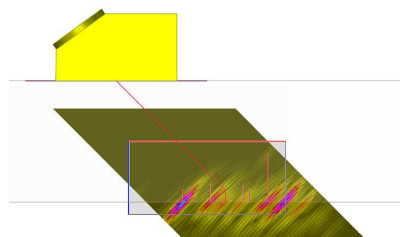
Dans CIVA ATHENA 2D, une boîte de calcul rectangulaire est définie. A l'extérieur de cette boîte, la propagation du faisceau ultrasonore est modélisée à l'aide des outils développés dans CIVA (méthode des pinceaux et modèles semi-analytiques). A l'intérieur de cette boîte, les calculs de propagation et d'interaction sont réalisés avec la méthode des éléments finis du code ATHENA, alimentés aux frontières de la boîte par le champ incident calculé par CIVA. Typiquement, les éléments finis sont utilisés pour calculer les interactions complexes du faisceau avec des défauts ou la géométrie de la pièce, tandis que les modèles semi analytiques très rapides permettent de simuler les phénomènes d'émission / réception avec le traducteur.



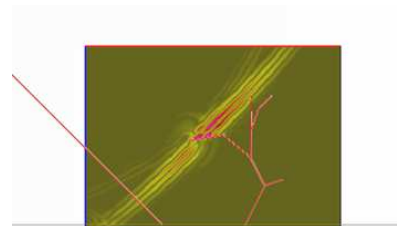
Exemples de Simulation : Prise en compte de tous les phénomènes

L'intérêt de CIVA ATHENA 2D est de pouvoir prendre en compte tous les phénomènes physiques mis en jeu lors de l'interaction faisceau / défaut :

- Prise en compte d'ondes rampantes et/ou des ondes de Rayleigh générées sur des défauts
- Simulation d'interactions multiples entre défauts dans un réseau de fissures
- Calcul de la réponse d'un défaut très petit par rapport à la longueur d'onde
- Calcul d'échos d'interfaces



Réseau de défauts (interactions multiples)



Défaut complexe et ondes rampantes générées

Pièce

Même si la 3D n'est pas prise en compte, aucune restriction n'est faite sur le type de pièce disponible dans l'interface par rapport au module CIVA UT. Comme c'est un module 2D, afin d'obtenir des résultats quantitativement justes, l'utilisateur doit restreindre ses simulations à des géométries de pièces localement assimilables à des configurations 2D.

Capteurs

Comme il s'agit d'un code de calcul 2D, seule une coupe du traducteur est modélisée. Mais aucune restriction de choix de traducteur n'est faite dans l'interface.

L'utilisateur devra donc veiller à ce que le capteur modélisé soit cohérent avec une approche de calcul 2D (en termes de type de focalisation ou de forme de pastille par exemple).

Le balayage du traducteur se fera dans le plan d'incidence du faisceau uniquement car la boîte de calcul 2D est définie et contenue dans ce plan.

Les configurations Tandem sont autorisées, mais fonctionnent seulement si le faisceau incident et le faisceau réfléchi en sortie de la boîte de calcul mettent un jeu un trajet direct avec les transducteurs émetteur et récepteur sans autre réflexion intermédiaire.

Les configurations TOFD sont également possibles, mais seulement avec un balayage dans le plan d'incidence des transducteurs.

Réglages multiéléments

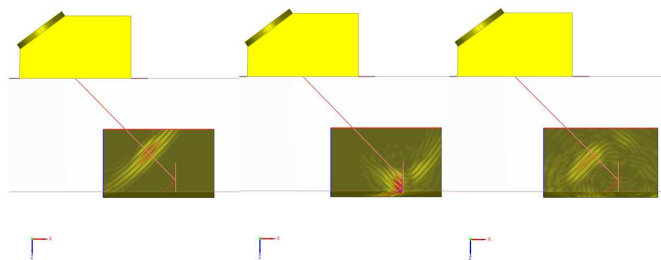
Les réglages multiéléments du module CIVA UT sont tous disponibles dans CIVA ATHENA 2D mais le calcul est effectué pour un tir et une séquence unique.

Défauts

Les défauts qui peuvent être approchés par leur coupe 2D sont accessibles dans ce module : défaut plan, multifacette, ramifié, génératrice.

Résultats: visualisation de l'interaction faisceau / défaut

En complément aux courbes et images classiques de l'imagerie UT disponibles dans CIVA UT (A-scans, B-scans, vues 3D, vues reconstruites, etc.), CIVA ATHENA 2D permet de visualiser le phénomène d'interaction entre les ondes et les défauts. Il est possible de construire une vidéo de ce phénomène de propagation et d'interaction à l'intérieur de la boîte de calcul.



Images instantannées de l'interaction faisceau / défaut en fonction du temps

La Simulation reste simple et rapide

Outre ses possibilités de calcul avancées, le couplage entre CIVA UT et ATHENA 2D offre d'autres avantages : les calculs sont **plus rapides** que ceux réalisés avec un code de calcul 100% éléments finis, tandis que **tous les phénomènes sont pris en compte** vis-à-vis de l'interaction faisceau / défaut. Les configurations de calcul sont définies à l'aide de l'**interface graphique conviviale** de CIVA, avec très peu de paramètres d'entrée à définir pour le calcul éléments finis. Ainsi, CIVA ATHENA 2D est **simple à utiliser**.

CIVA ATHENA2Dest un module 2D

CIVA ATHENA 2D est basé sur un calcul de champ 2D et une modélisation par éléments finis 2D développée dans ATHENA. Ainsi, les effets 3D ne sont pas pris en compte, de sorte que les résultats de calcul seront quantitativement valides dès lors que l'hypothèse 2D est réaliste, ce qui implique principalement :

- De considérer un défaut qui peut être approché par une coupe 2D
- De considérer la réponse de défauts indépendamment de leur extension dans le plan perpendiculaire au plan de calcul (valide si cette extension est effectivement plus grande que la largeur du faisceau ultrasonore)
- De simuler l'inspection de pièces assimilables au moins localement à des géométries 2D

Au-delà des restrictions de validité aux configurations 2D, utiliser plus largement CIVA ATHENA 2D reste souvent très intéressant pour réaliser des études et analyses qualitatives.

Vous trouverez plus d'informations sur le module CIVA ATHENA2D en consultant

<http://www.extende.com/fr/civa-athena2d-elements-finis-ultrasons>

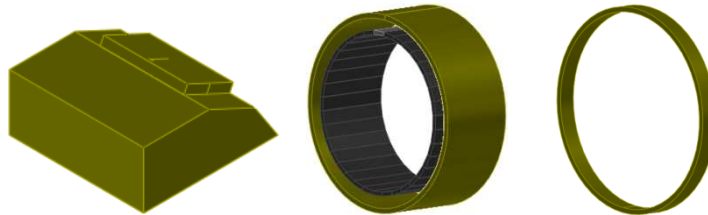
SIMULATION GWT

Les outils de simulation en ondes guidées comprennent la propagation des faisceaux ultrasonores dans les guides d'ondes plans et tubulaires ainsi que leurs interactions avec des défauts.

CAPTEURS

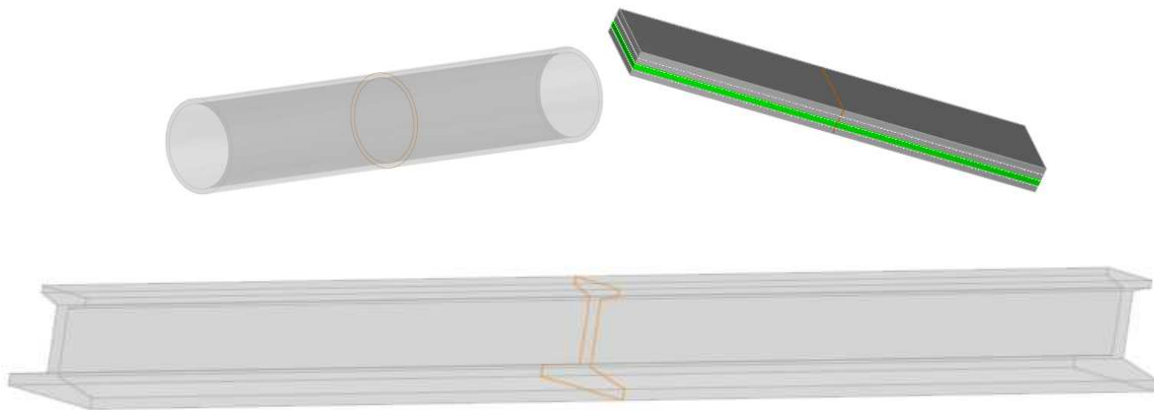
Une large gamme de capteurs ultrasonores est disponible :

- Contact (avec ou sans sabot)
- Capteurs mono ou multi-éléments (voir paragraphe multi-éléments),
- Barrettes encerclantes ou encerclées pour l'inspection des tubes,
- Différents types de sollicitations (vibrations longitudinales ou de cisaillement)
- Différentes configurations (Pulse-Echo, Pitch-Catch transmission ou Pitch-Catch réflexion)



PIECES

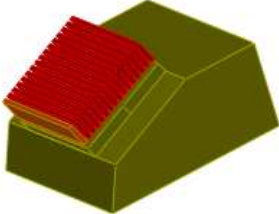
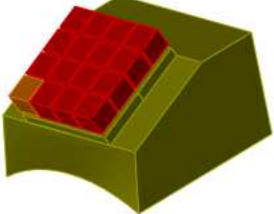

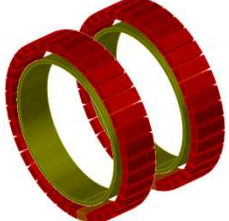
La simulation des ondes guidées est possible dans des géométries de pièces de type planes ou tubulaires (avec potentiellement des discontinuités de différents types). Une pièce peut être homogène ou hétérogène, de manière à simuler par exemple un revêtement. Chaque milieu est isotrope et des lois d'atténuation linéaire peuvent être considérées pour les ondes L et T. Depuis CIVA 11 GWT, il est également possible de prendre en compte des tubes remplis de fluide ou de calculer des champs et des courbes de dispersion sur des géométries à section CAO 2D, comme des rails :



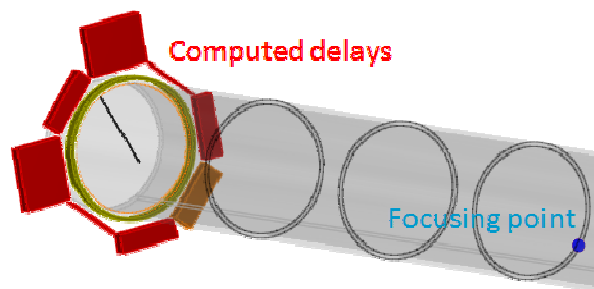
Pilotage de capteurs MULTI-ELEMENTS

CIVA permet de définir des lois de retard pour les différents types de capteurs : linéaire sur une plaque, barrette encerclante ou matricielle sur un tube :

- Définition indépendante de la partie émettrice et de la partie réceptrice,
- Ouverture variable, en taille et position, en émission et/ou réception.

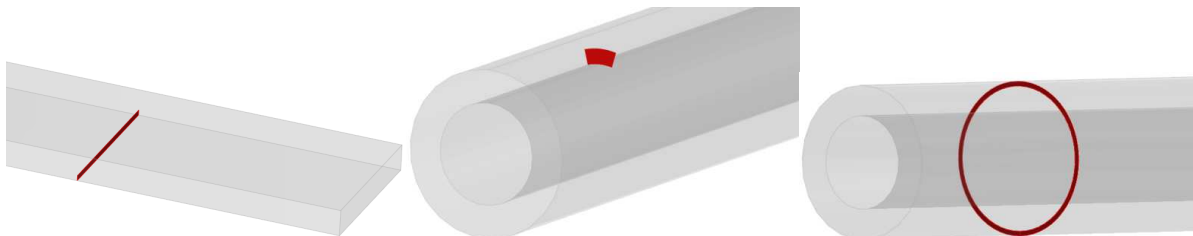
			
Linéaire	Matricielle	Encerclant	Plusieurs barrettes encerclantes

Dans le cas de pipes, CIVA 11 GWT permet de calculer des lois de retards pour focaliser en un point de celui-ci, sous réserve que la fréquence d'excitation soit inférieure à la fréquence de coupure du mode L(0,3).

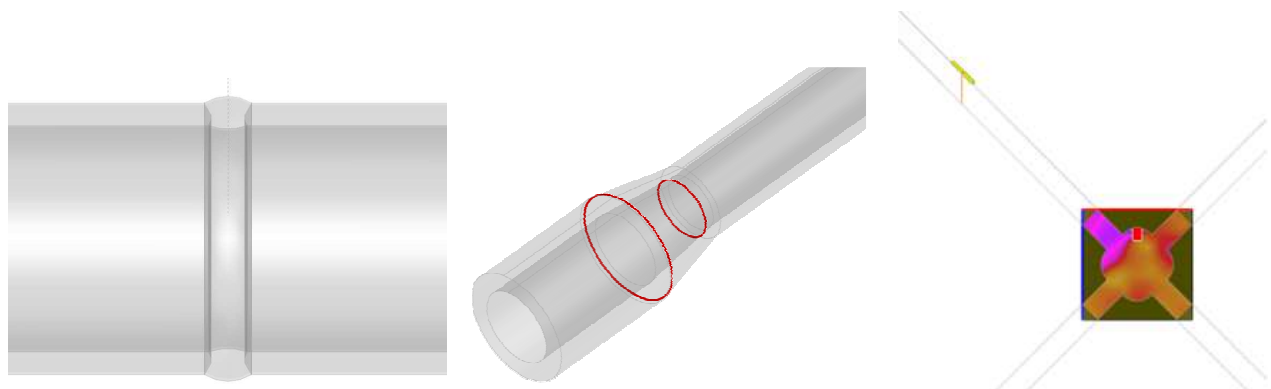


DEFAULTS

La simulation prend en compte un défaut perpendiculaire au guide d'onde, rectangulaire pour une plaque et sectoriel pour un tube, et détermine ses interactions avec le faisceau d'ondes guidées incident.



Depuis CIVA 11 GWT, il est aussi possible de prendre en compte une discontinuité géométrique 2D comme une soudure, une rainure, une variation de diamètre ou une jonction entre pièces planes. Des défauts axisymétriques peuvent alors être pris en compte dans cette discontinuité.

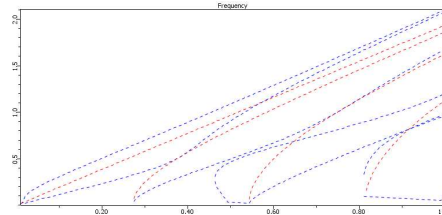


RESULTATS DE CALCULS

Calcul de modes

Un premier module permet de déterminer les courbes de dispersion associées à la pièce sur une gamme de fréquences.

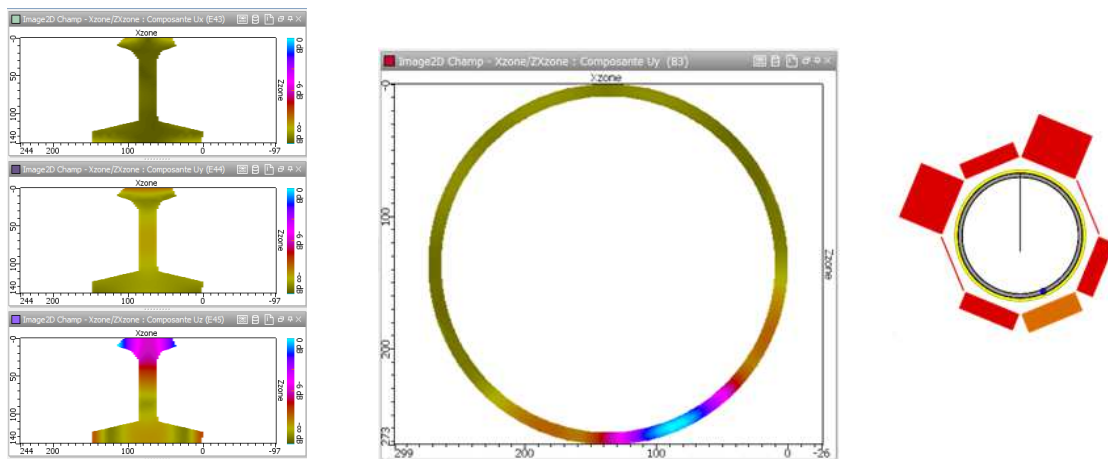
Les déplacements et contraintes associées à chaque mode sont calculés pour chacune des fréquences de la gamme.



Calcul de champ

Un second module permet de simuler le faisceau ultrasonore rayonné dans plusieurs sections de la pièce. La répartition d'énergie entre les différents modes est affichée en fonction de la fréquence dans la bande passante du capteur.

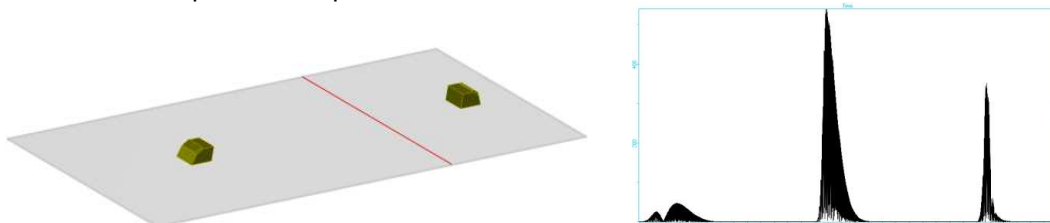
Le déplacement et les contraintes subis par la pièce sont calculés dans un intervalle de temps permettant de visualiser les passages des différentes ondes au niveau de chacune des sections ou de vérifier la focalisation permise par une loi de retards.



Réponse de défaut

Ce module permet de simuler l'interaction faisceau/défaut (ou faisceau/discontinuité géométrique) et prédit l'amplitude, la forme et le temps de vol des échos de chaque type : incidents, réfléchis ou convertis.

Sur une soudure, un aperçu permet d'estimer le coefficient de réflexion du premier mode de torsion lorsqu'il atteint la soudure en fonction de la fréquence d'inspection.



Vous trouverez plus d'informations sur le module CIVA GWT en consultant

<http://www.extende.com/fr/controle-par-ondes-guidees-avec-civa>

SIMULATION ET

Le module de simulation CIVA ET propose trois modules :

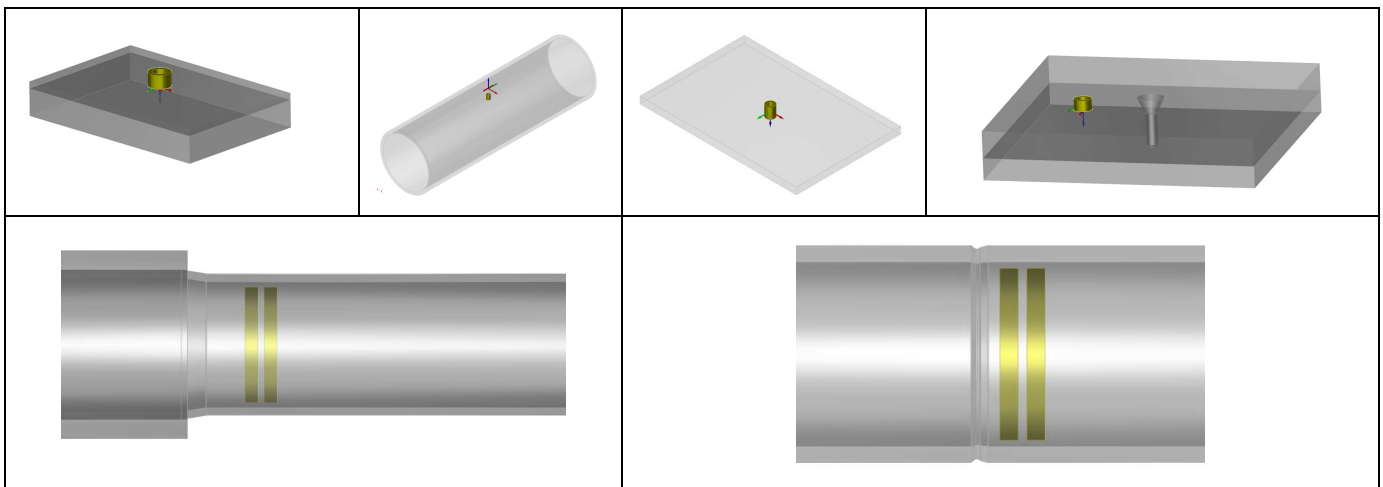
- **“Calcul de champ”**, qui permet de prédire :
 - Les densités de courants de Foucault et champ électrique induit par une sonde ET dans un matériau conducteur
 - L'induction magnétique générée par une sonde ET dans la pièce, l'air, ou dans la sonde même.
- **“Simulation d'inspection 3D”**: simulation de l'inspection de pièces contenant différents types de défauts
- **“Simulation d'inspection 2D cyl.”**: simulation de l'inspection de pièces axisymétriques contenant des défauts axisymétriques (par exemple une rainure circonférentielle dans un tube).

Pièce

Géométries paramétriques et profils CAO 2D :

L'interface graphique permet à l'utilisateur de définir les géométries de pièces suivantes :

- Module Calcul de Champ : pièce plane (potentiellement multicouches) et cylindrique
- Module Simulation d'inspection 3D: pièce plane (potentiellement multicouches), cylindrique et plaque multicouches rivetée,
- Module Simulation d'inspection 2D Cyl. : pièce cylindrique, dudgeonnage (tube avec plaque de partition), ou profil CAO 2D



Géométries de pièces disponibles : cylindre, plaque, plaque multicouches, plaque rivetée, dudgeonnage, tube à profil CAO 2D

Matériaux

L'utilisateur doit définir la conductivité et la perméabilité relative de la pièce inspectée (valeurs constantes). Il est aussi possible de sélectionner un matériau parmi une liste prédéfinie d'une vingtaine de métaux classiques.

Défauts

Différents types de défauts peuvent être positionnés dans la pièce inspectée :

- Trous à fond plat, dans les tubes et les plaques,
- Entailles longitudinales ou transversales dans les tubes
- Gorges internes ou externes dans les tubes
- Défauts parallélépipédiques dans les pièces planes et plaques rivetées,
- Défauts semi elliptique ou quart d'ellipse dans les pièces planes et plaques rivetées.

Les défauts peuvent être remplis d'air (vides), correspondre à des inclusions métalliques, ou être partiellement

remplis par un matériau donné (défaut de type « Pont de matière »). Plusieurs défauts peuvent être combinés (i.e. entrecroisés), ils peuvent être débouchants ou sous-jacents.

Capteurs

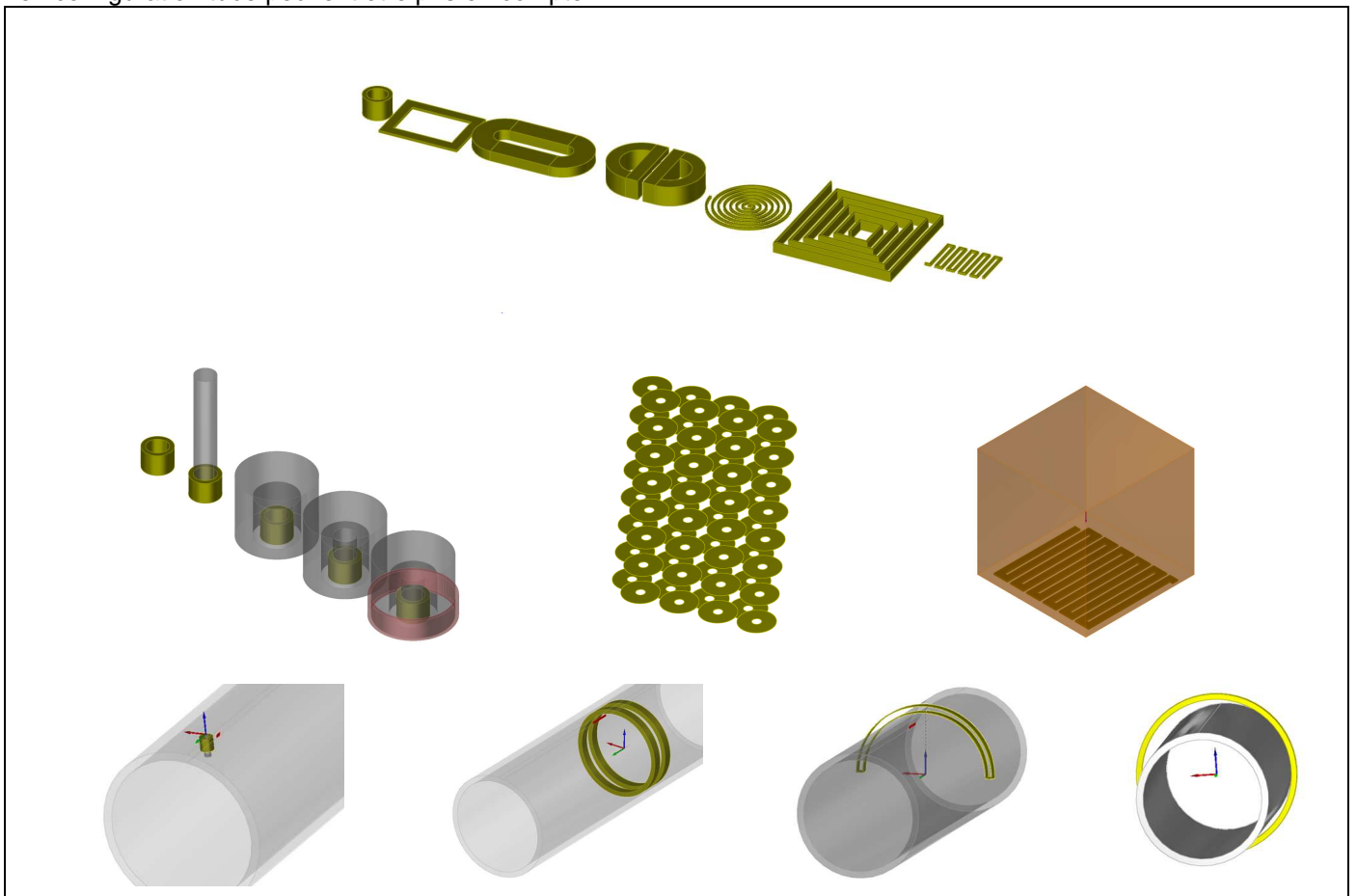
Le module ET propose une bibliothèque de différents types de sondes :

- Pour l'inspection de plaques : de **nombreuses géométries de bobines** sont disponibles (cylindrique, rectangulaire, « Bobine-D », « Bobine serpentín », Spirales circulaires ou rectangulaires (cf. copies d'écran ci-dessous)
- Pour l'inspection de tubes : sondes ponctuelles de différentes formes (comme décrites précédemment), et également des sondes axiales encerclées, encerclantes et sectorielles.
- Sondes magnétiques de type GMR,
- **Sondes ECA** (Eddy Current Arrays)
- **Sondes EMAT**

Un **noyau de ferrite** peut être ajouté à une bobine. Il peut être de géométrie cylindrique, en forme de « C » ou de « E ». Un anneau de blindage peut aussi être représenté.

Civa permet à l'utilisateur de simuler des configurations multi-capteurs et multi-fréquences. Différentes voies d'acquisition peuvent être définies dans une même simulation : absolues, différentielles, émetteur / récepteur séparés, pour une ou plusieurs fréquences.

Différents phénomènes comme des variations de lift-off ou d'angle de tilt de la sonde, ou des décentrages de sonde en configuration tube peuvent être pris en compte.



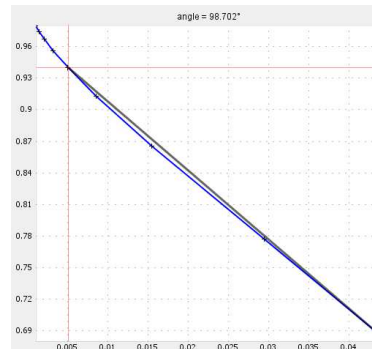
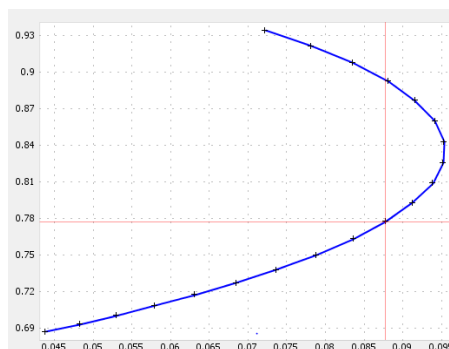
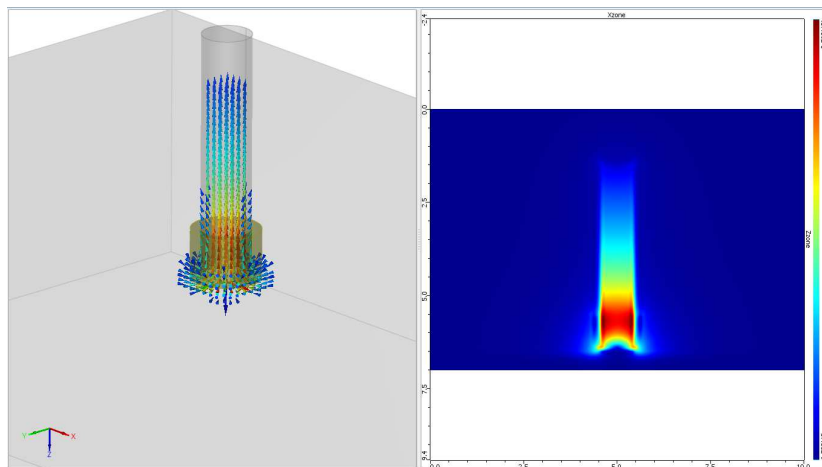
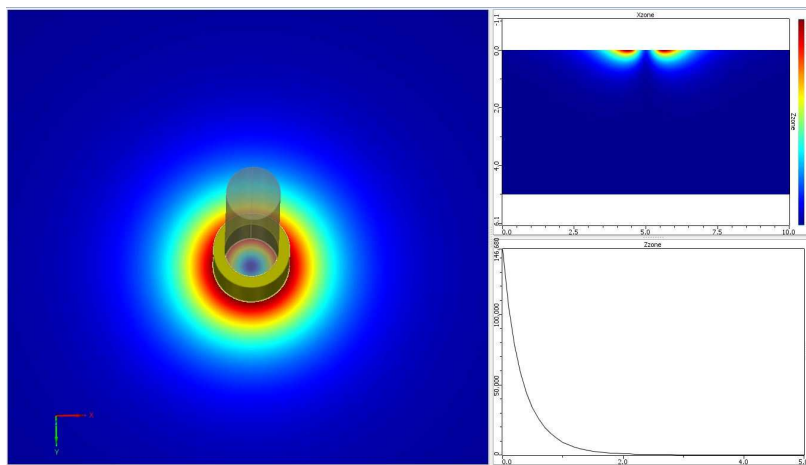
Différentes configurations de sondes ET dans CIVA : de nombreuses géométries de bobines sont disponibles, des sondes ponctuelles ou des bobines dans les tubes, des sondes sectorielles, EMAT, ECA (Eddy Current Arrays)

Résultats

Calculs de Champ et d'impédance dans une pièce plane sans défaut

Le module de calcul de champ propose un outil de calcul analytique rapide pour une pièce plane sans défaut. Différentes quantités peuvent être affichées après calcul : densité de courants de Foucault, champ électrique ou induction magnétique. Le **diagramme d'impédance normalisée** d'un capteur peut être tracé sur une plage de fréquence au choix de l'utilisateur, ce qui est très utile pour guider le choix de la fréquence de contrôle optimale dans une configuration donnée.

Le **signal de lift-off** (i.e. variation d'impédance en fonction de la variation du lift-off) peut aussi être calculé et affiché dans le plan d'impédance.



Quelques résultats disponibles dans le module de calcul de champ : courants de Foucault induits dans la pièce, induction magnétique dans la sonde, réponse fréquentielle de la sonde (diagramme d'impédance normalisée), signal de lift-off.

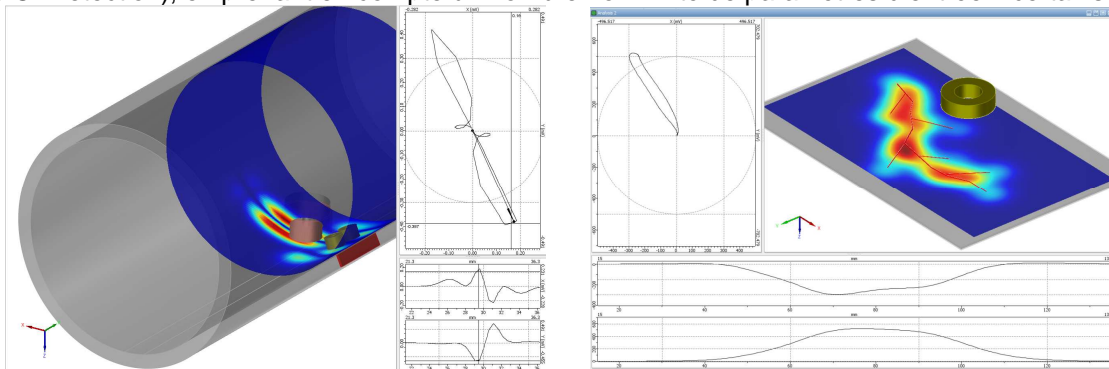
Simulation d'inspection 3D

Dans le module de Simulation d'inspection 3D, l'utilisateur peut simuler l'inspection de tubes, de pièces planes ou de plaques rivetées ayant un ou plusieurs défauts (éventuellement combinés), choisis parmi la liste disponible des défauts présentés ci-dessus. Le balayage des capteurs peut suivre des trajectoires linéaires, transversales ou hélicoïdales.

Dans les pièces planes ou plaques rivetées, plusieurs matériaux de conductivités différentes peuvent être définis dans les différentes couches.

Dans les pièces tubulaires, seulement un type matériau peut être défini. Celui-ci peut être ferromagnétique car CIVA permet de modéliser la technique de champ lointain pour les inspections des tubes ferromagnétiques (Remote Field Technique, RFT).

Un mode multivoies offre la possibilité de calculer en un seul fichier de simulation, plusieurs canaux d'acquisition (mode absolu, différentiel...) pour une ou différentes fréquences. Il est possible de calculer **des courbes POD** (Probability Of Detection), en prenant en compte un nombre non limité de paramètres d'entrée incertains.



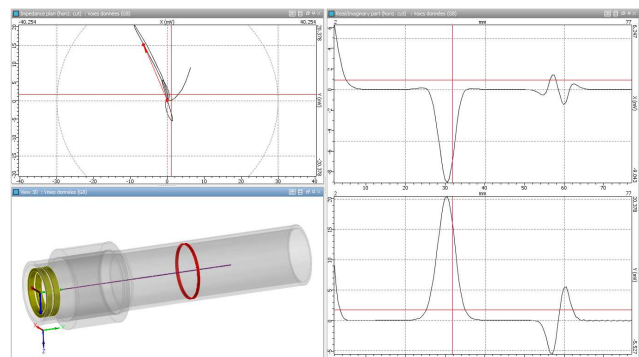
Simulation d'inspection ET : inspection de tube et de plaque avec une sonde ponctuelle et des défauts complexes

Un outil de post-traitement dédié affiche le signal de variation d'impédance dû à la présence du(des) défaut(s). Les résultats sont affichés selon une image Cscan codée en couleur ou avec des courbes conventionnelles dans le plan d'impédance. L'environnement permet d'accéder aux résultats classiques de l'analyse ET (amplitude, phase, voies X et Y, plan d'impédance) ainsi que d'autres outils de traitement des données : étalonnage, mixage de fréquences, interpolation, équilibrage et filtrage.

Simulation d'inspection 2D cyl.

Dans le module de Simulation d'inspection 2D Cyl, l'utilisateur peut simuler l'inspection des tubes parfaitement cylindriques, qui peuvent être revêtus, et aussi des géométries non-canoniques comme des dudgeonnages ou des profils de tubes irréguliers définis par un fichier CAO 2D (en important un fichier CAO ou bien en dessinant un profil CAO dans l'éditeur intégré à CIVA).

Le capteur et le défaut doivent également être de révolution. Un balayage linéaire peut être simulé et les résultats sont fournis dans le plan d'impédance ou pour les voies X et Y en fonction de la position de la sonde.



Inspection d'une zone de transition de dudgeonnage dans un tube GV

Vous trouverez plus d'informations sur le module UT en consultant

<http://www.extende.com/fr/controle-par-courants-de-foucault-avec-civa>

SIMULATION RT

Le module de simulation RT peut calculer les rayonnements direct et diffusé produits par une source de rayons X ou de rayons gamma. L'utilisateur peut facilement et rapidement définir sa configuration de contrôle : sélection de la pièce à inspecter, définition de la source et du détecteur, possibilité d'insérer un ou plusieurs défauts, positionnement de la source et du détecteur, et enfin sélection des options de calcul. La **radiographie numérique** peut également être simulée.

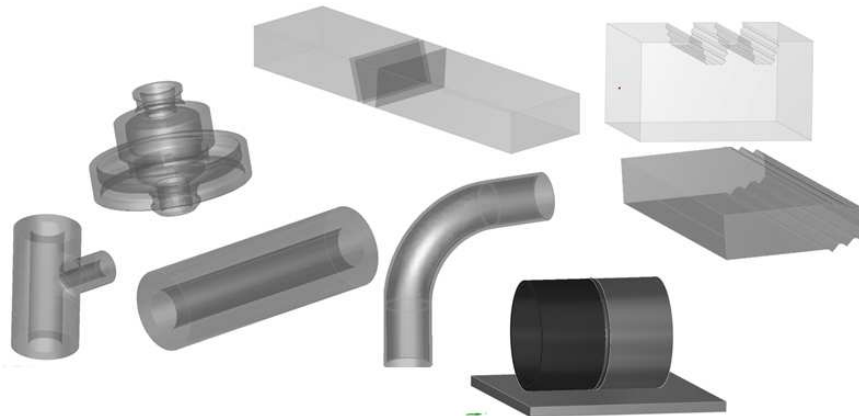
Pièce

Géométries paramétriques et fichiers CAO :

L'interface graphique permet à l'utilisateur de définir les géométries de pièces suivantes :

- Pièces canoniques : Plane, cylindrique, conique, sphérique
- Géométries prédéfinies : **Piquage, modèles de soudures** (13 types de chanfreins différents proposés), pieds d'ailettes et rainures, soudure de pénétration type « PFC », coude.
- **Fichier CAO 2D** contenant un profil et génération de la pièce 3D par extrusion linéaire ou cylindrique : le profil peut être homogène ou hétérogène. Le profil peut être soit importé (fichier CAO au format DXF ou IGES) soit directement défini par l'utilisateur dans l'éditeur CAO 2D intégré à CIVA.
- **Fichier CAO 3D** (format STL, IGES ou STEP) : solides homogènes ou hétérogènes, assemblages de structures avec différents solides. Il est possible d'importer plusieurs objets, et de simuler ainsi des phénomènes de rayonnements **rétro diffusés**.

CIVA peut aussi exporter toute pièce au format CAO 3D IGES.



Exemples de géométries de pièces

Matériaux

Le matériau peut être défini à partir d'une base de données contenant **plus de 110** éléments et alliages, avec leurs courbes de sections efficaces. On définit un seul matériau (pièces homogènes) ou plusieurs (pièces hétérogènes).

Source

- Rayonnement :
 - o **Source à rayons X** : on définit l'intensité de source en ampères et le contenu spectral des photons rayonnés par la source. Ce spectre peut être défini :
 - Par sélection dans une base contenant des spectres prédéfinis (Birsh-Marshall)
 - Par réglage manuel
 - En utilisant un calculateur de spectres intégré à CIVA, basé sur les paramètres physiques de la source entrés par l'utilisateur : anode (angle et matériau) et tension.
 - o **Source Gamma** : on définit l'activité de la source en Gbq et les rayonnements émis. Les sources les plus classiques en CND sont déjà prédéfinies : Cobalt 60, Iridium 192 & Selenium 75.
- Zone d'émission : on limite la zone effective de rayonnement dans l'espace à un volume conique ou cylindrique. La taille effective de la source (cible de la l'anode en rayons X, pastille radioactive en rayons gamma) peut être considérée soit comme ponctuelle ou non, ce qui permet choisir de prendre en compte le **flou géométrique**.

Détecteur

Le détecteur peut être plan ou courbe. Il existe plusieurs possibilités pour la définition du détecteur :

- Simple sélection parmi une bibliothèque de 16 films industriels de différentes classes en référence à la norme EN584-1.
- Ecrans photo-stimulables à haute sensibilité ou haute résolution avec prise en compte d'écrans renforcateurs.
- Définition manuelle de tous les paramètres par l'utilisateur (gain, matériau de la couche sensible, courbe sensitométrique, etc.).

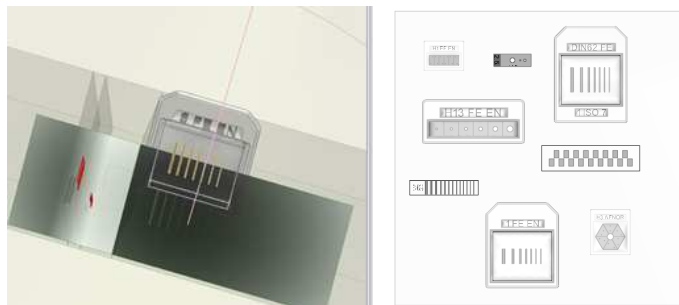
Il est possible de prendre en compte la granularité du film. Pour tout type de film, il est possible d'ajouter un filtre. Une zone d'intérêt (appelée « ROI ») peut être utilisée pour accroître la résolution de calcul sur une zone en particulier du détecteur. Une courbe de MTF peut être ajoutée pour tous types de détecteurs et un calcul de MTF automatique peut être fait par CIVA pour les écrans photo-stimulables.

Défauts

Plusieurs défauts peuvent être introduits dans la pièce inspectée. Ils peuvent être de différentes géométries : plane, sphérique, ellipsoïdale, trapézoïdale, de forme arbitraire définie par **CAO 3D**, ou encore tels que des défauts étalons : trous à fond plat, génératrices de trous ou trous à fond hémisphérique. Ces défauts peuvent être vides, remplis de gaz ou solides (potentiellement un alliage).

IQI

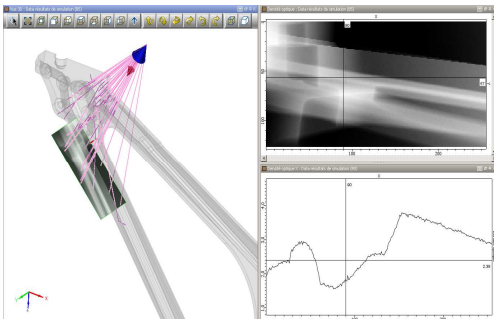
Une large gamme d'**IQI relatifs aux principales normes** (EN, ASTM, AFNOR, DIN62, et CERL) sont inclus dans CIVA : IQI à fils (simple, ou duplex), IQI à trous, IQI à gradins, etc.



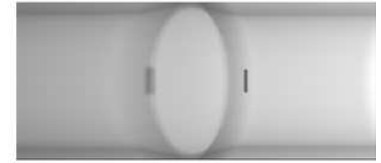
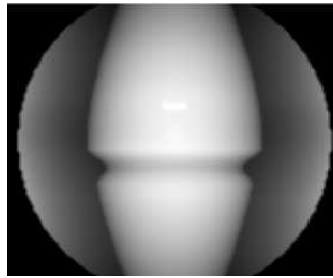
Quelques exemples d'IQI disponibles dans CIVA

Résultats

Deux méthodes combinées (modèle analytique de Beer-Lambert et modèle Monte-Carlo) permettent de calculer **à la fois le rayonnement direct et le rayonnement diffusé**. Le « build-up » (ratio rayonnement direct / diffusé) est également disponible afin d'estimer l'importance de la diffusion dans une inspection donnée. Des scénarios de **variations paramétriques** peuvent être réalisés.



Résultat de simulation de l'inspection RT d'un mât raidisseur : vue 3D, trajets de photons, image de densité optique, extraction de courbe



Résultat d'inspection de deux soudures de tubes

Pour les calculs par la méthode Monte Carlo, les algorithmes tirent profit des architectures de machine multi-cœurs afin de réduire les temps de calcul. En outre, lorsqu'un calcul par la méthode Monte-Carlo a été réalisé une fois, et que l'utilisateur souhaite étudier la variation d'un paramètre qui n'a pas d'incidence sur le rayonnement diffusé (variation de la durée d'exposition par exemple), **le calcul Monte-Carlo peut être réutilisé** dans une nouvelle configuration et associé à un nouveau calcul direct et rapide.

L'utilisateur peut visualiser à la fois la réponse du détecteur (**densité optique ou niveaux de gris**), ainsi que la dose incidente en Gray ou l'énergie déposée sur le détecteur en keV. Les résultats sont présentés dans l'environnement CIVA sous forme d'images RT classiques et de courbes extraites suivant des sections choisies de l'image, ce qui permet à l'utilisateur **de quantifier facilement les variations locales de contraste**. Les curseurs sont liés de façon dynamique à la vue graphique 3D et les trajets de photons sont affichés. Les épaisseurs des matériaux traversés sont identifiées dans un tableau. Les images obtenues peuvent être exportées au format RAW ou Tiff.

Depuis CIVA 11, les capacités de post-traitement ont été améliorées, offrant à l'utilisateur la possibilité de rapidement recalculer l'activité de la source de rayons gamma, l'intensité de la source de rayons X, ou le temps d'exposition pertinent, nécessaires pour atteindre une densité optique cible. De la même manière, la densité optique peut être recalculée rapidement si ces 3 paramètres changent.

Un **critère de détectabilité** basé sur la plus petite surface interprétable par l'œil a également été mis en place. Ce critère permettra à l'utilisateur de définir la **détectabilité des défauts**.

Il est désormais possible de calculer **des courbes POD** (Probability Of Detection), en prenant en compte un nombre non limité de paramètres d'entrée incertains.

Vous trouverez plus d'informations sur le module UT en consultant

<http://www.extende.com/fr/contrôle-par-radiographie-et-gammagraphie-avec-civa>

SIMULATION CT

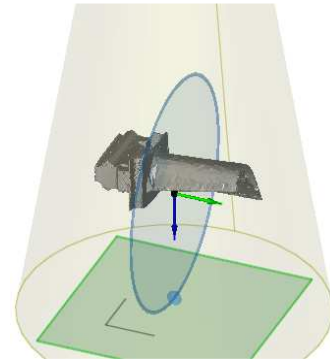
Le module CT propose la même interface et les mêmes fonctionnalités que le *module RT* en termes de :

- Pièces
- Sources (X ou gamma)
- Détecteurs
- Défauts
- Options de calcul : simulation des rayonnements direct et diffusé

Éléments Spécifiques

Les éléments spécifiques au module CT sont :

- Positionnement
- Déplacement tomographique
- Reconstruction 3D
- Import de données expérimentales



Positionnement

Une option de positionnement permet à l'utilisateur de définir le système de positionnement du couple {détecteur-source}. L'utilisateur peut définir la distance Source-axe et la distance Axe-Détecteur de manière semi-automatique. Des options d'alignement spécifiques complètent les options de positionnement. On peut définir un décalage de la source et / ou du détecteur par rapport à la pièce inspectée.

Déplacement Tomographique

Comme la géométrie de la pièce est fixée dans CIVA, le tube à rayons X et le détecteur tournent autour de la pièce. Un nombre arbitraire de positions de prise de vue peut être défini. Ensuite, CIVA lance automatiquement la simulation RT pour toutes les positions demandées.

Résultats

Résultats pour chaque projection :

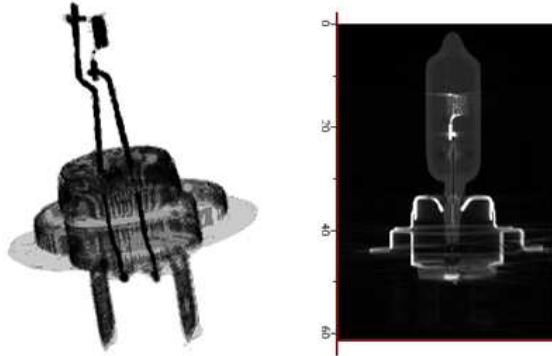
Des données de simulation RT sont générées pour chaque position, et les résultats correspondants peuvent être affichés. Ces résultats sont identiques à ceux obtenus dans le module RT et dépendent du détecteur et des options de calcul. Tous les outils d'analyse de CIVA RT sont également disponibles dans CIVA CT.

Import de données CT

La version CIVA 11 permet **d'importer des résultats expérimentaux provenant d'équipements de tomographie**. Différents formats d'acquisition sont déjà disponibles par défaut. Si le format souhaité ne correspond pas à l'un de ceux proposés par CIVA, il est possible de développer un plugin spécifique permettant d'autoriser l'import du nouveau format.

Reconstruction 3D :

Une fois que les données ont été acquises pour toutes les projections, ces données doivent être traitées à l'aide d'un algorithme de reconstruction tomographique, qui produit une série d'images en coupes transversales. Les algorithmes disponibles dans la version actuelle sont les algorithmes **FDK** (Feldkamp, Davis and Kress) et **PIXTV**.



Une fois le traitement terminé, une nouvelle page d'analyse s'ouvre avec une vue 3D de la pièce reconstruite. De nombreux outils sont alors disponibles pour représenter la pièce reconstruite : affichage des iso-surfaces, rendu de volume, etc.

En plus de cela, l'utilisateur a la possibilité de voir les différentes sections 2D et de déplacer les différents plans. Toutes les sections et la vue 3D reconstruites sont reliés entre eux, en **déplaçant un curseur** dans une vue, **toutes les autres pages d'analyse sont actualisés** en temps réel pour une meilleure interprétation des résultats.

Vous trouverez plus d'informations sur le module UT en consultant

<http://www.extende.com/fr/contrôle-par-tomographie-avec-civa>