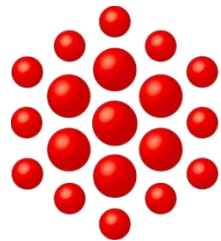


Dernières avancées de la plate forme de simulation CIVA et applications



cofrend

Dunkerque 2011

EXTEN·D·E
CIVA



energie atomique • energies alternatives

Fabrice FOUCHER, Roman FERNANDEZ (EXTENDE)

Frédéric JENSON (CEA LIST)

26/05/2011

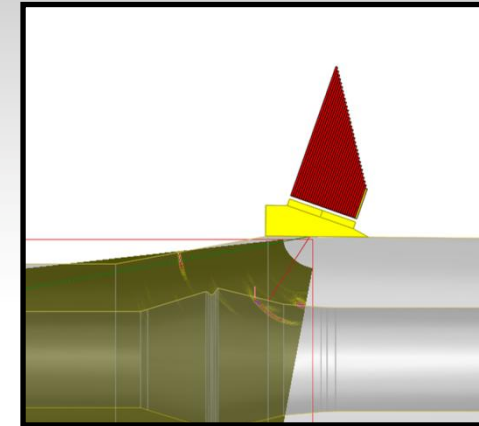
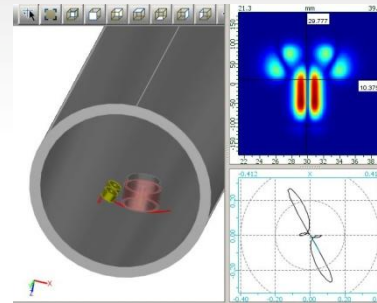
Sommaire

- | CIVA, version 10.0
- | Benefices de la simulation:
 - POD: Vers des campagnes POD mieux maîtrisées
 - UT: Applications à la démonstration de performance
 - ET: Introduction de procédés innovants
 - RT: Design d'une méthode de contrôle

| Plate-forme de simulation dédiée CND

| Multi-techniques :

- UT : Ultrasons
- ET : Courant de Foucault
- RT : Radiographie
- Outils d'analyse
(Traitement de signal, reconstruction,...)



| Développé par le CEA-LIST

- Département NDT : 100 personnes
- Développement et validation CIVA: 30 personnes

| Modèles semi-analytiques

| Distribué par EXTENDE depuis 2010

- | CIVA V10, **orienté Utilisateur**: Refonte de l'environnement:
 - Plus intuitif, plus interactif, environnement d'analyse "intégré" dans une fenêtre

- | CIVA V10, **orienté CAO**:
 - UT,RT: Calcul de réponses de défaut possible sur géométries CAO3D
 - Outil de description CAO2D amélioré

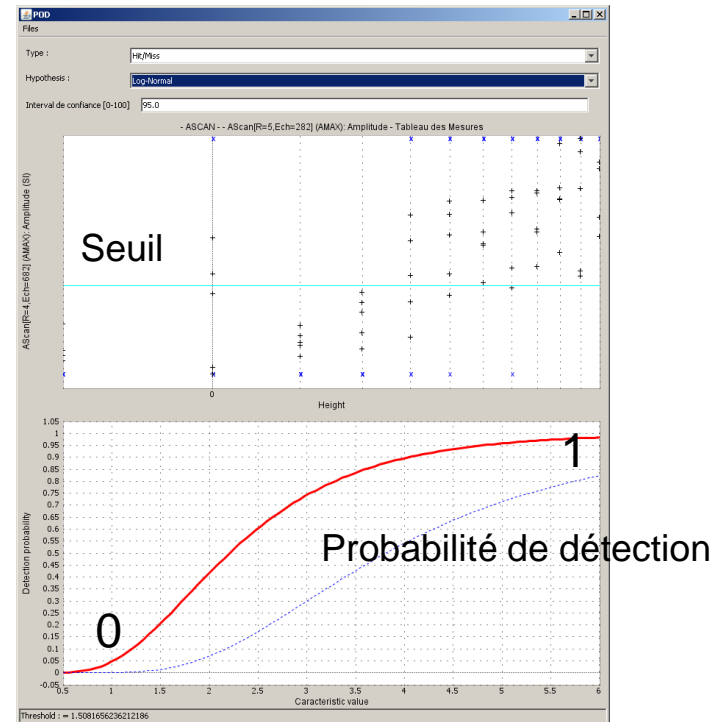
- | CIVA V10, de nombreuses **possibilités supplémentaires**:
 - UT: Défauts ramifiés, Modèle "Aciers Moulés", Multi-bonds, etc.
 - ET: Défauts multiples, Nouveaux capteurs (GMR, Multi-éléments,...)
 - RT: Homogénéisation de l'outil, Performances de calcul très fortement accrues, Prise en compte de la granularité des films
 - Calcul de courbes de Probabilité de Détection (POD)
 - Etc.

Les POD en quelques mots

- | Une courbe POD relie la détectabilité d'un défaut à sa **taille**

- | Pour 1 valeur de **taille de défaut** la POD donne la **probabilité** que ce défaut soit bien **détecté** pour un **seuil** donné.

- | Cette probabilité dépend des **paramètres incertains** et **influent**



Construction d'une courbe POD

- | Les règles et procédures qui doivent être appliquées pour construire une courbe POD fiable sont **lourdes et couteuses**.
 - MIL-HDBK-1823 (aéronautique)
 - DNV-OS-F101 Annexe E (pétrochimie)
 - ...

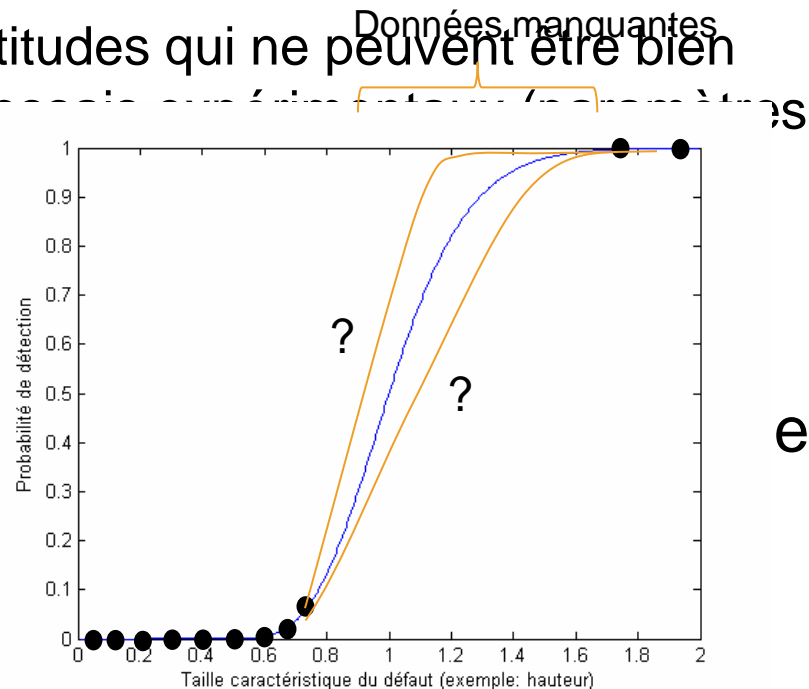
- | Construire une POD implique **beaucoup** de maquettes, le plus souvent finalement **détruites** pour disposer de références, des acquisitions nombreuses, un temps d'analyse conséquent...

Intérêt de la simulation pour les POD

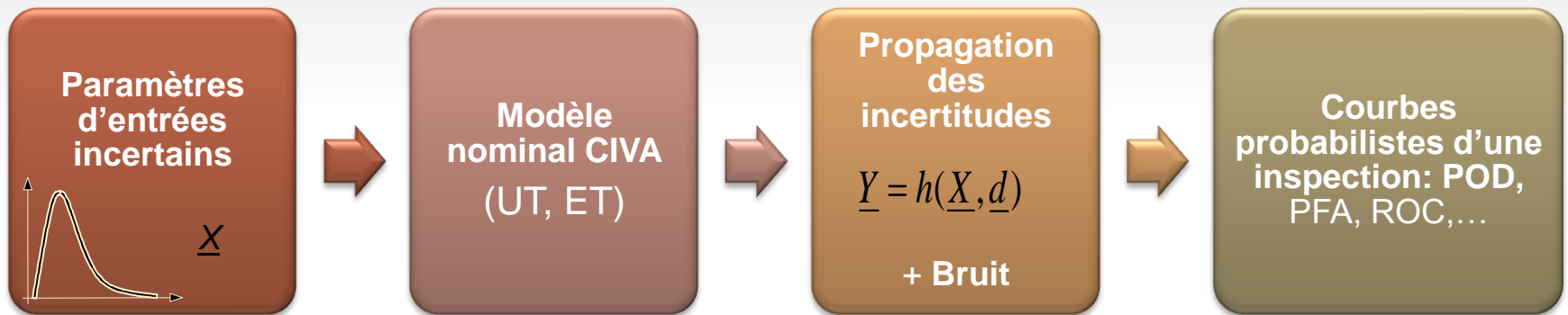
- Parmi d'autres avantages, un outil POD dans CIVA permet de:
 - Optimiser le plan d'expérience (trouver les paramètres les plus influents, leur domaine de variation)
 - Compléter une courbe POD présentant un manque de données et donc peu fiable
 - Examiner des incertitudes qui ne peuvent être bien maîtrisées par des capteur, bruit)

■ Tout cela contribue à
nombre de maquettes

⇒



Démarche de calcul de POD dans CIVA



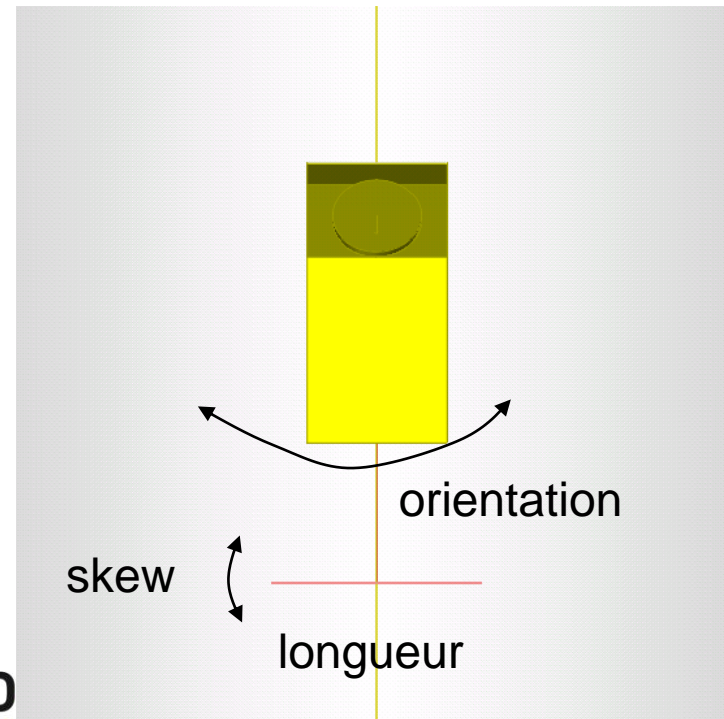
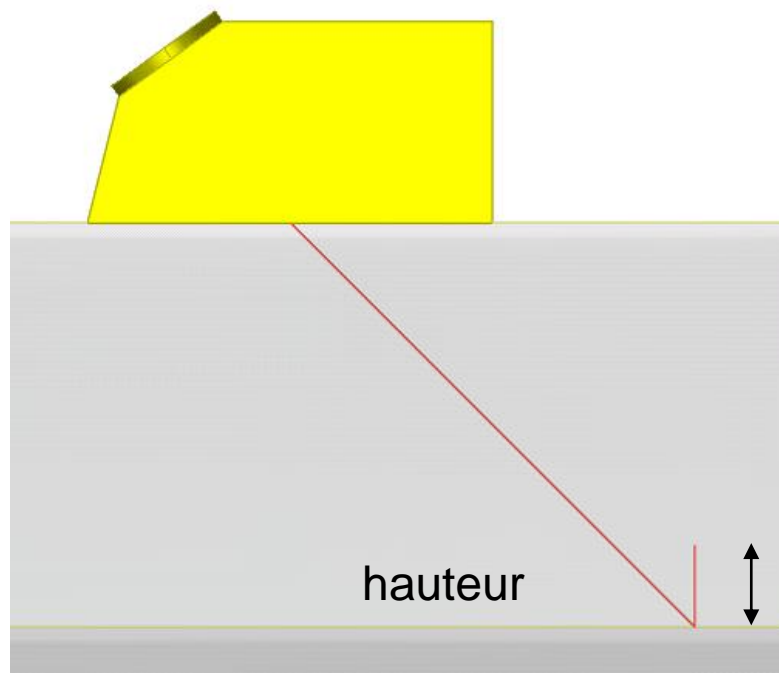
1. Définition d'un modèle nominal
2. Description des **incertitudes** sur certains paramètres et lois de variation associées
3. Propagation des incertitudes → Calculs de simulation CIVA
4. Evaluation des courbes probabilistes: Courbes **POD**



POD : Application

| On définit:

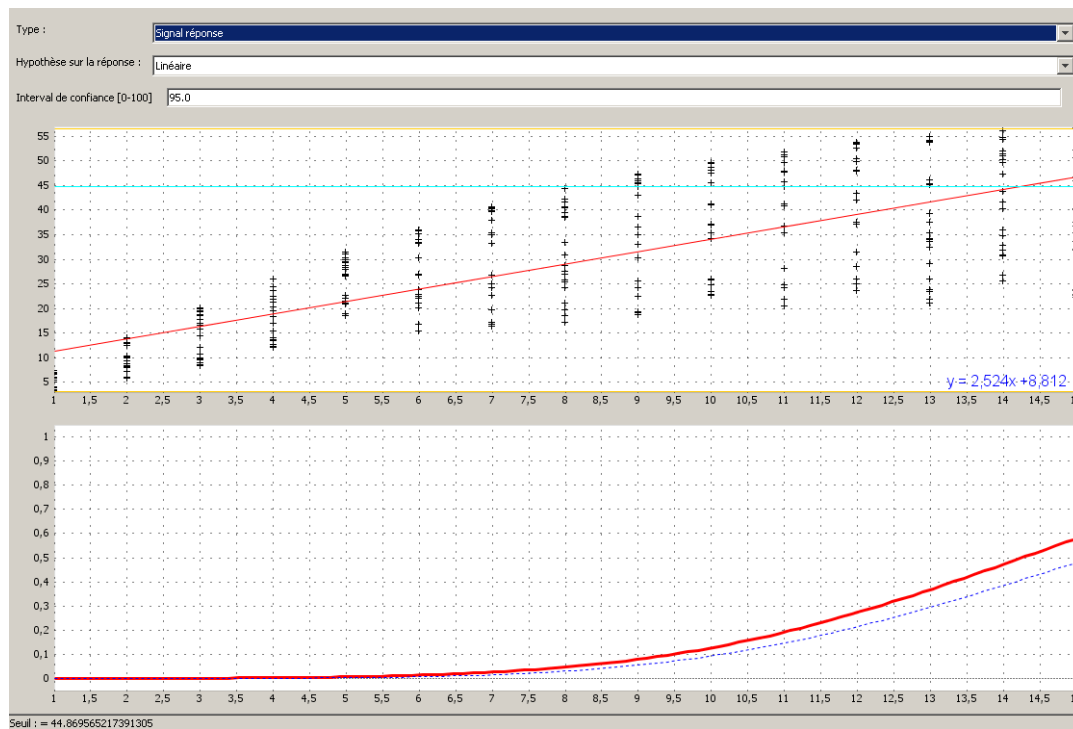
- Modèle “nominal”
- Grandeur caractéristique: Ex: Hauteur du défaut
- Paramètres incertains: Ex: Skew du défaut, orientation du capteur
- Lancement des “N” calculs



POD : Application

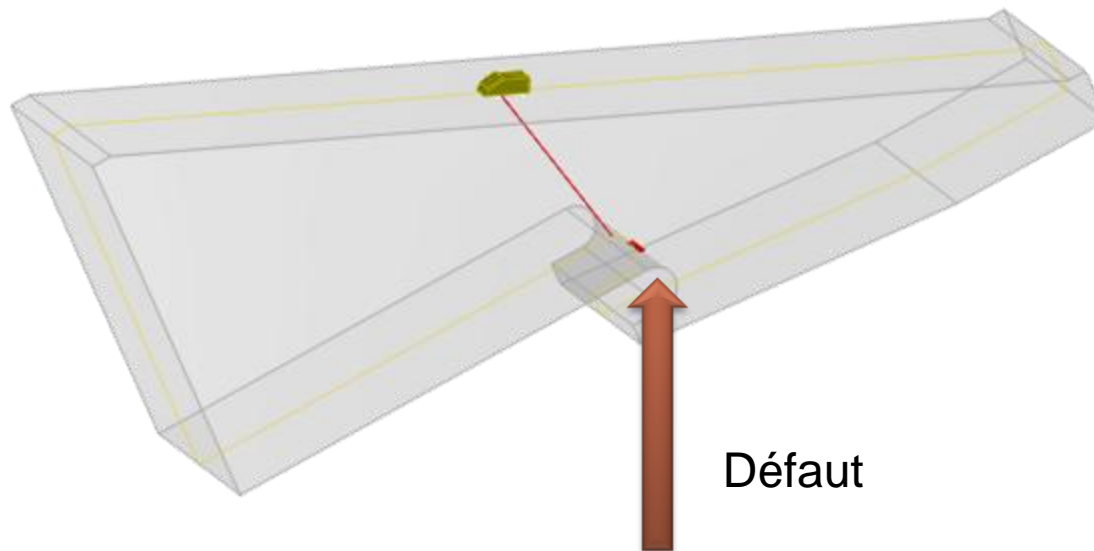
On obtient:

- L'ensemble des résultats des configurations calculées
- La courbe POD et paramètres associés:
 - Seuils (détection, niveau de bruit, saturation)
 - Type de données: Signal Response/Hit-Miss
 - Bande de confiance



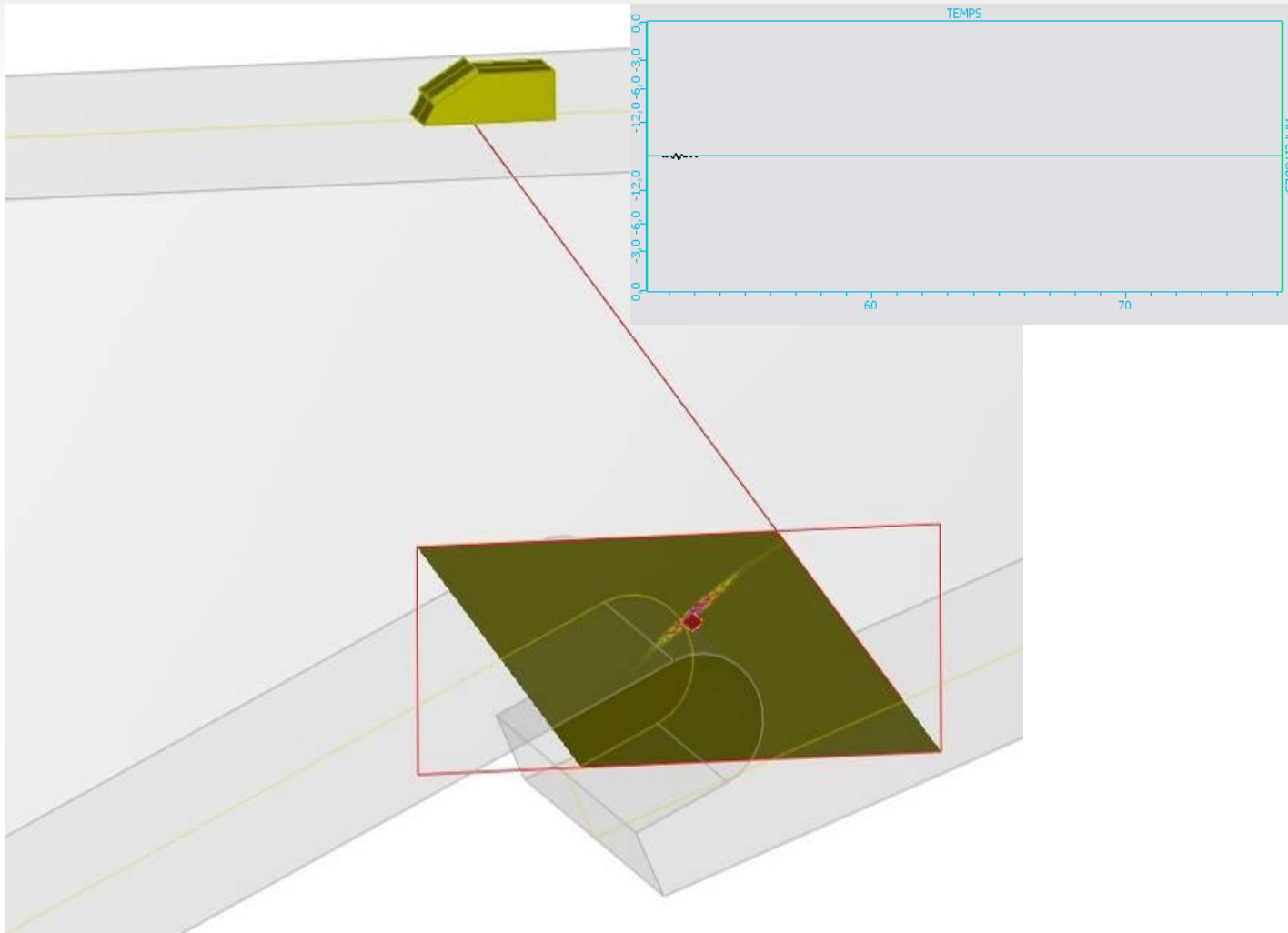
UT : Mise au point et qualification de méthode

- | Contrôle d'une manchette thermique de générateur de vapeur.
- | Capteur contact T45



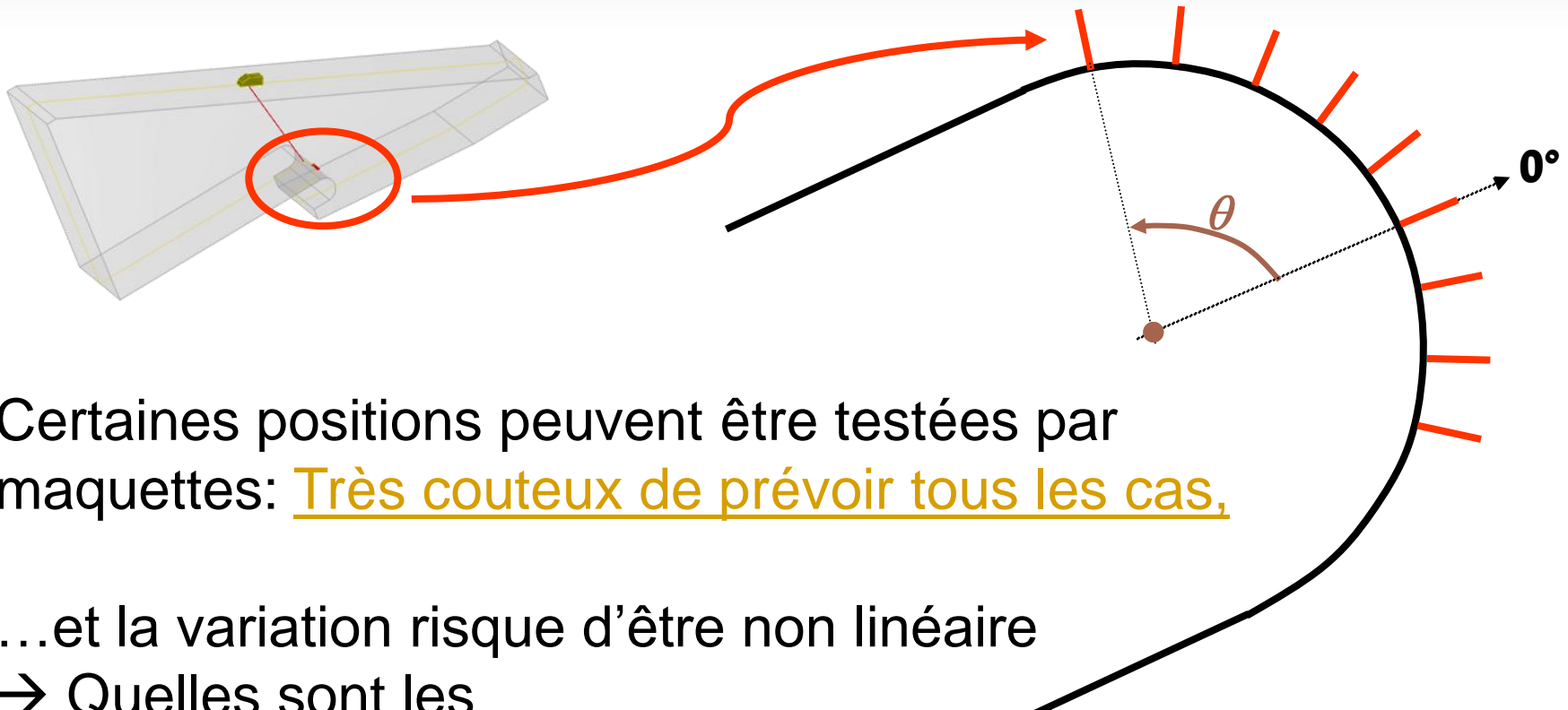
UT : Mise au point et qualification de méthode

- La simulation permet de prédire la performance du capteur:



UT : Mise au point et qualification de méthode

- | Mais comment évoluera la réponse obtenue suivant la position du défaut ?



Certaines positions peuvent être testées par maquettes: Très couteux de prévoir tous les cas,

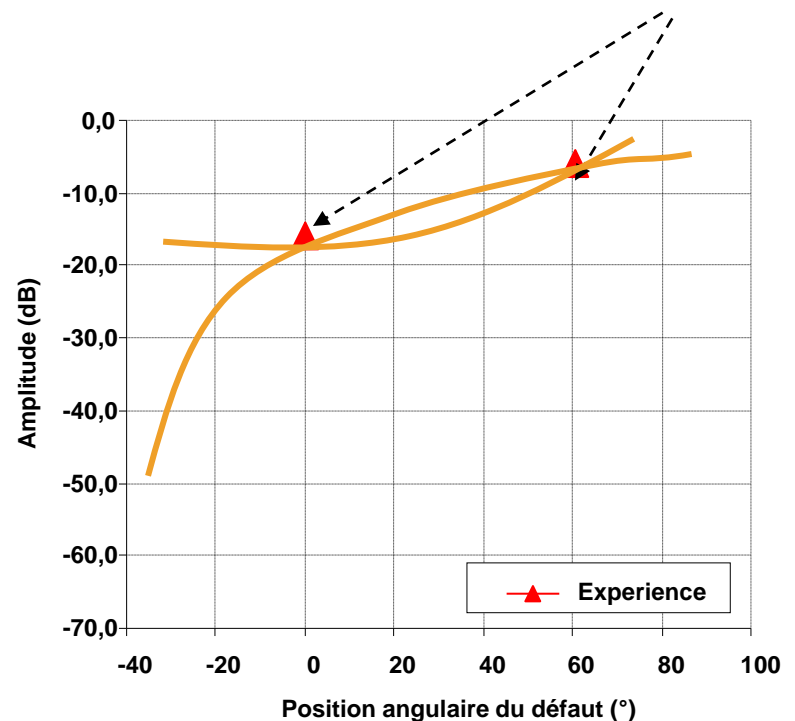
...et la variation risque d'être non linéaire

→ Quelles sont les positions importantes?

UT : Mise au point et qualification de méthode

- | Méthodologie proposée:
 - Acquisition pour 2 positions de défauts (2 maquettes)
 - Détermination de la courbe de variation ?

Données expérimentales



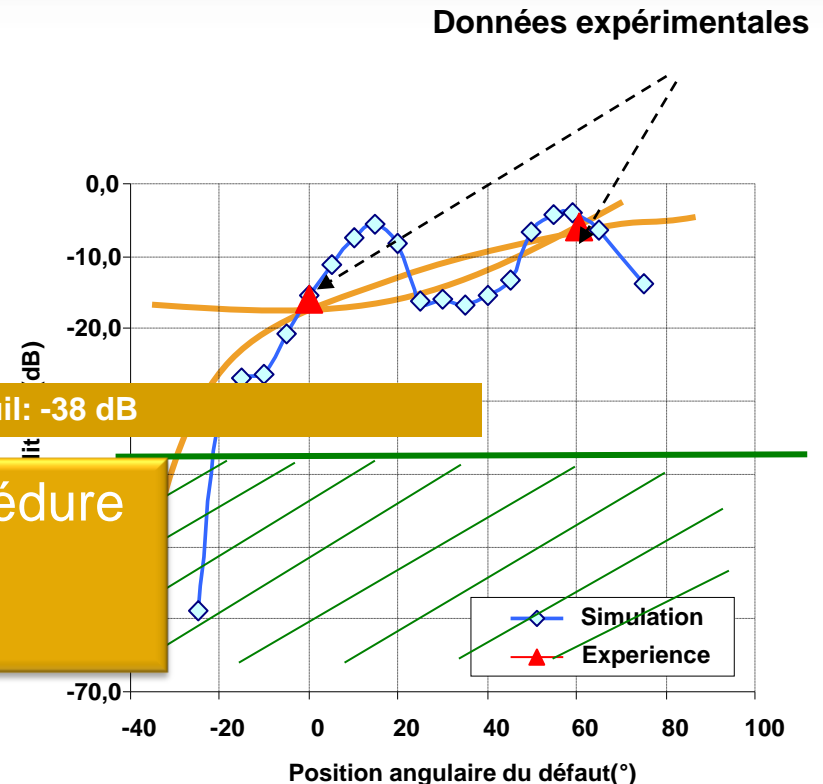
UT : Mise au point et qualification de méthode

I Méthodologie proposée:

- Acquisition pour 2 positions de défauts (2 maquettes)
- Détermination de la courbe de variation ?

Etude
paramétrique par
simulation

- Complète la réponse / Critère de la procédure
- Validation croisée Mesures / Simulations
- Maitrise des coûts



ET : Introduction de procédés innovants

Exemple: Capteurs multi-éléments CF

- Exemple d'un développement de capteurs réalisés au CEA*:
 - 2 ensembles de 32 microbobines
 - Montés sur support souple en kapton
 - Roue en silicone assure le contact avec la pièce lors du déplacement



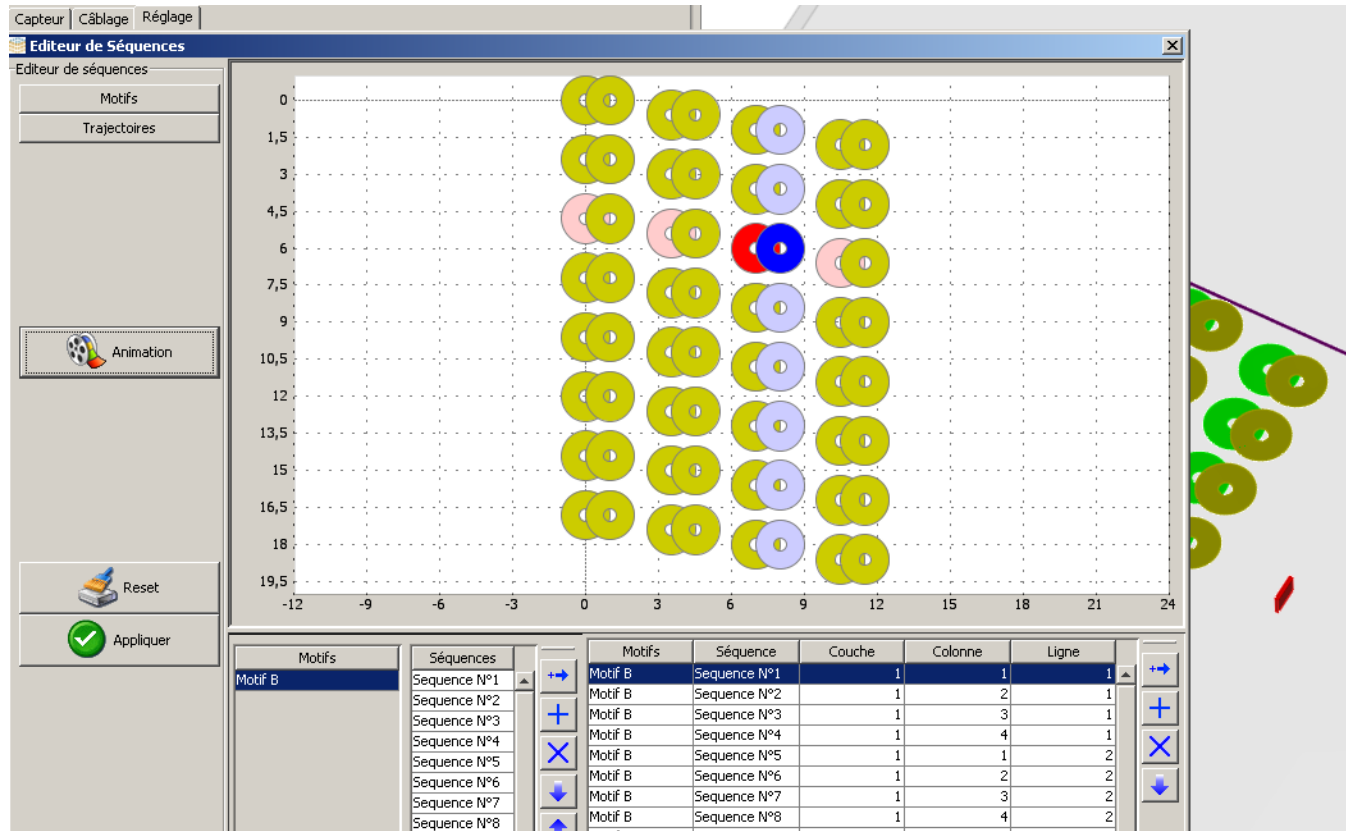
- Avantages :
 - **Bonne résolution** pour la détection de petits défauts
 - **Flexibilité** apportée par le pilotage multi-éléments
 - **Limitation** des effets dus à la **variation de lift-off**

Simulation: Aide à la mise au point

*Voir : "Flexible and array eddy current probes for fast inspection of complex parts", B.Marchand, J. M. Decitre, and O. Casula, QNDE 2010

ET : Introduction de procédés innovants

- CIVA10: Outils associés aux capteurs multi-éléments CF:
 - Description géométrique des couches de bobinages
 - Définition des modes de connexions
 - Définition des motifs et séquences d'acquisitions

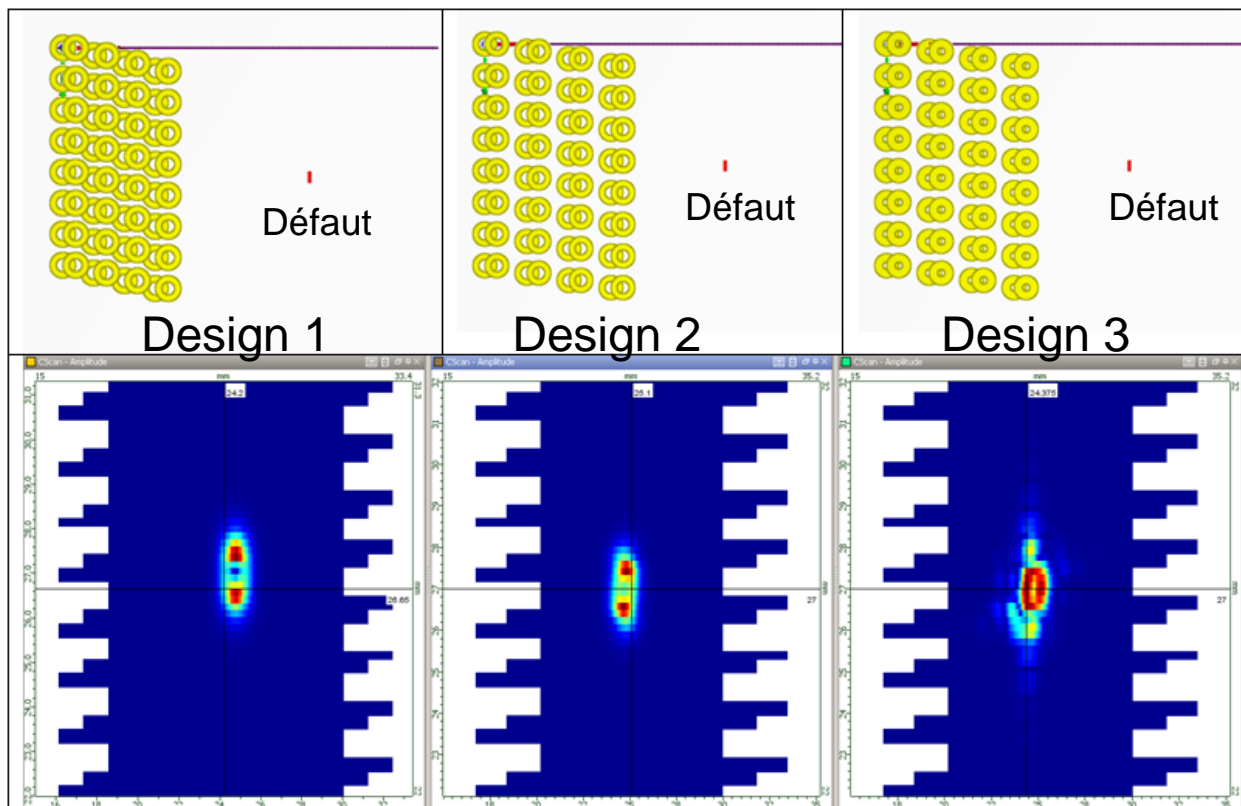


Motifs	Séquences	Motifs	Séquence	Couche	Colonne	Ligne
Motif B	Sequence N°1	Motif B	Sequence N°1	1	1	1
	Sequence N°2	Motif B	Sequence N°2	1	2	1
	Sequence N°3	Motif B	Sequence N°3	1	3	1
	Sequence N°4	Motif B	Sequence N°4	1	4	1
	Sequence N°5	Motif B	Sequence N°5	1	1	2
	Sequence N°6	Motif B	Sequence N°6	1	2	2
	Sequence N°7	Motif B	Sequence N°7	1	3	2
	Sequence N°8	Motif B	Sequence N°8	1	4	2

ET : Introduction de procédés innovants

Comparaison de 3 designs (défaut $0.4 \times 0.2 \times 0.1 \text{ mm}^3$)

- 1 axe de balayage mécanique/ Acquisition 1Mhz
- Design 2 / Design 1: Variation espace inter-bobines
- Design 3 / Design 2: Variation dimension bobines

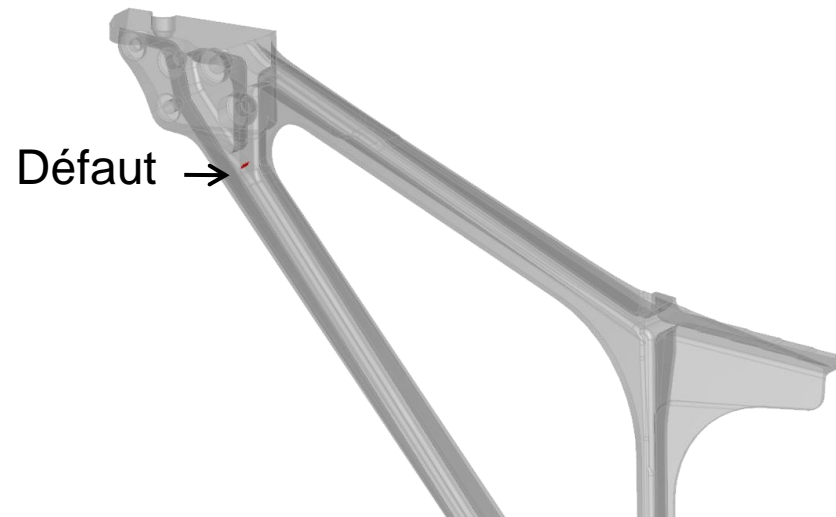


ET : Introduction de procédés innovants

- | Bénéfices de la simulation:
 - Le **prototypage virtuel** permet de tester de nombreuses solutions **avant de passer au prototype réel**:
 - Gain de temps
 - Réduction des coûts
 - Amélioration des performances
 - **Evaluer avant d'investir**: Comparer virtuellement le procédé conventionnel avec une technique innovante
 - Technologies innovantes : Peu de REX, la simulation permet de **mieux comprendre** et “prendre en main” une technique à moindre coût

RT : Préparation d'une inspection

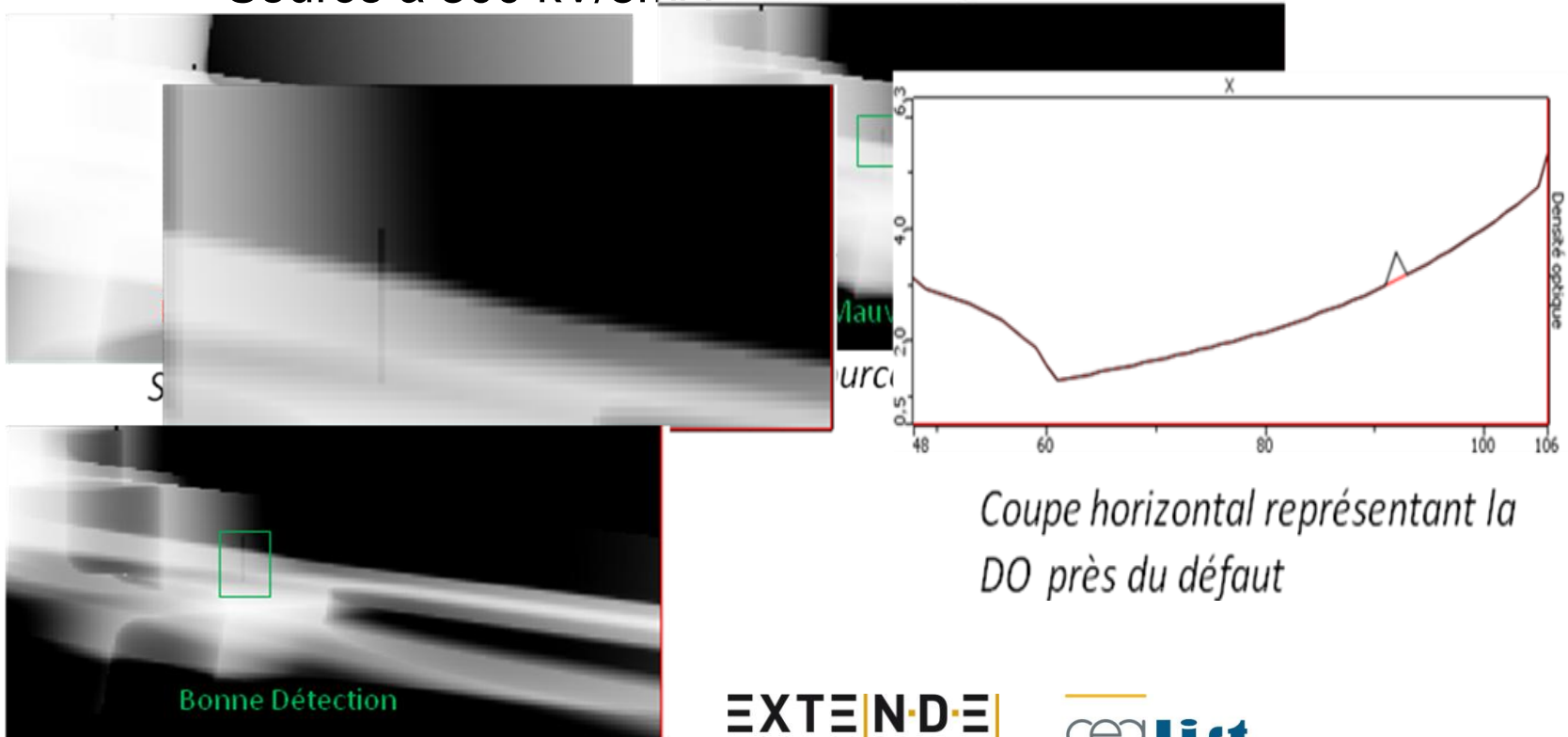
- | Contrôle d'un raidisseur par source à rayons X
- | Problématique: Savoir choisir les meilleurs réglages **avant l'inspection**:
 - Limiter le nombre de tirs
 - Limiter le temps de contrôle
- | Paramètres:
 - Quelle source choisir parmi 3 disponibles ?
 - Quel film ?
 - Positionnement et distance source/film idéal ?
 - Quel temps de pose ?



RT : Préparation d'une inspection

I Comparaison des performances de 3 sources différentes (défaut d'ouverture 3mm)

- Source à 140 kV/5mA
- Source à 200 kV/5mA
- Source à 300 kV/5mA



*Coupe horizontale représentant la
DO près du défaut*

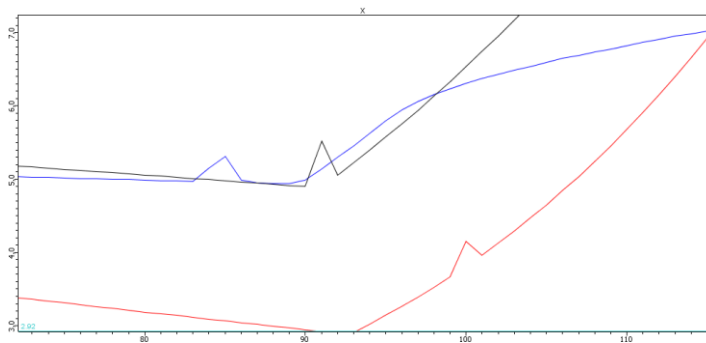
Source 300kV/5mA

RT : Préparation d'une inspection

| Source sélectionnée: **Optimisation du positionnement** de la source:

| Comparaison de 3 positions de la source

- P1: X = 300 mm / orientation -30°
- P2: X = 500 mm / orientation -40°
- P3: X = 700 mm / orientation -50°



- Orientation - 40°
- Orientation - 50°
- Orientation - 30°

Position/orientation	Δ DO (avec et sans défaut)
300mm/ -30°	0,29
500mm/ -40°	0,54
700mm/ -50°	0,31

Conclusion



- | CIVA V10.0 : Un environnement réorganisé et des capacités de simulation accrues
- | La simulation peut désormais accompagner une campagne POD: Des courbes plus fiables à moindre coût
- | Les applications sont nombreuses pour les 3 techniques couvertes: UT,ET,RT
 - Mise au point et qualification de méthodes
 - Innovation
 - Préparation d'inspection
 - Expertise
 - Formation