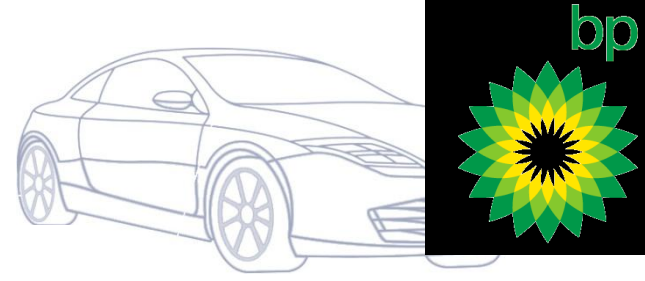


Cegelec

Solutions & Services

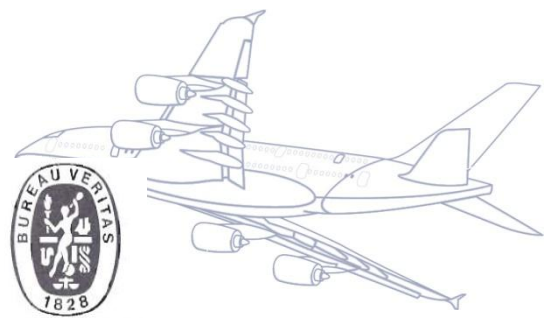


cofrend

DCNS

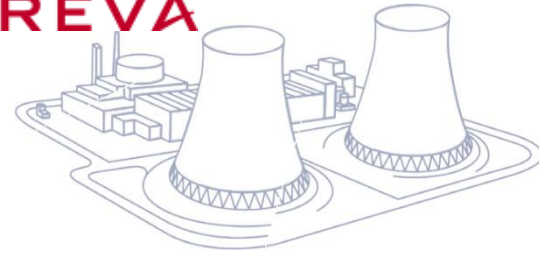
Radiographie Industrielle Etat de l'Art et Alternatives Des exemples

stx Europe



BUREAU VERITAS

AREVA



edf

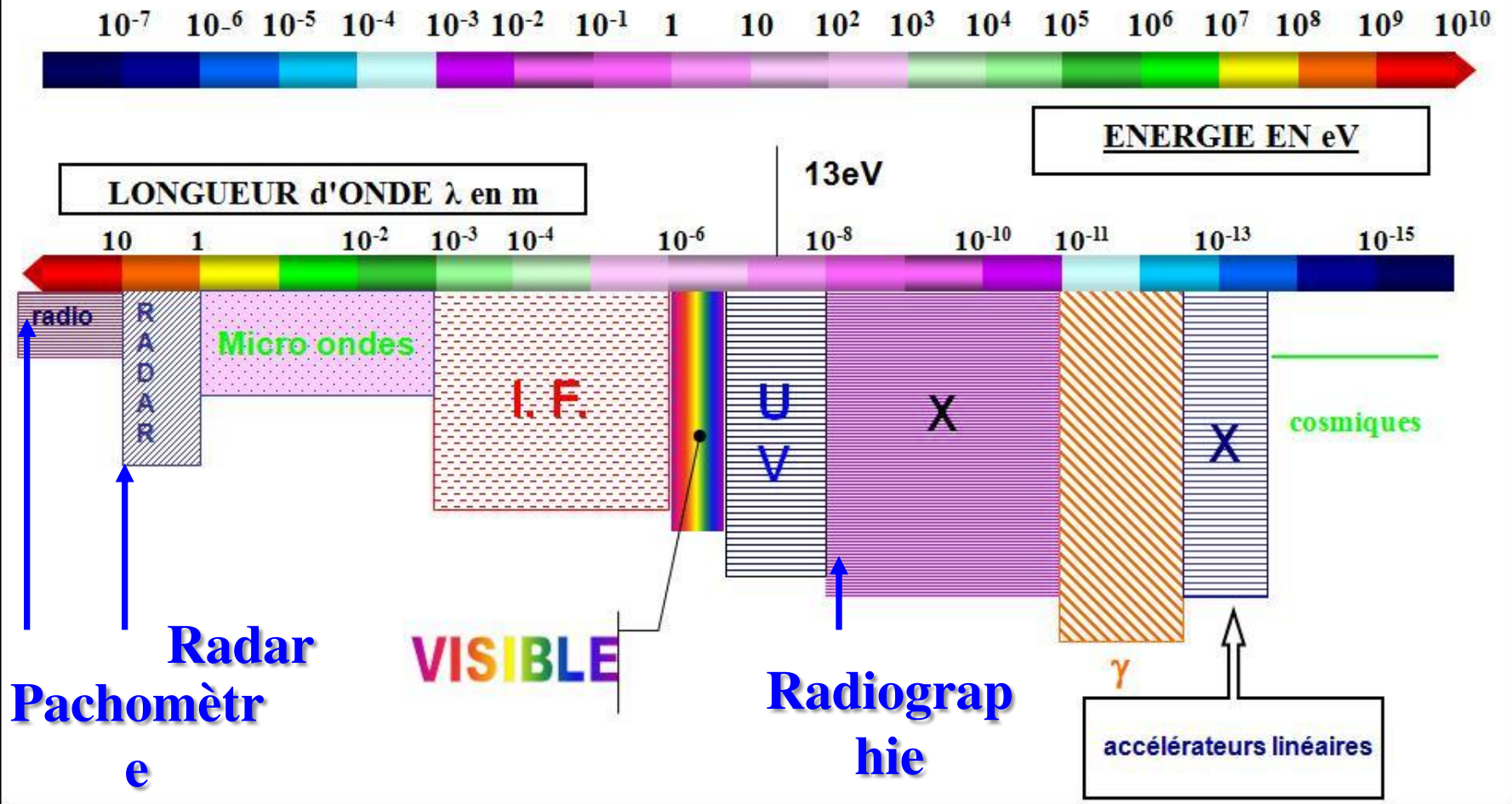


Contexte

- **Rappels sur les techniques selon les longueurs d'ondes**
- **Etat de l'art de la Radiographie Numérique**
 - Quelques éléments de compréhension (Infos Cepi- Cegelec -Kodak-Areva)
 - Codes et Normes
 - Plans d'expériences
 - Conclusions et Perspectives.
- **Basculement RT /UT**
 - Un exemple
 - Les difficultés

Les techniques selon les longueurs d'onde

SPECTRE des RADIATIONS ELECTROMAGNETIQUES



Exemple d'utilisation du Ferroskan

❑ Cartographie des aciers par ondes Radio



4



Mise en œuvre du radar

- ❑ Choix de l'antenne en fonction de l'épaisseur à contrôler
- ❑ Mise en place de la matrice
- ❑ Balayage de la zone
- ❑ Interprétation en 2D immédiate



Radiographie Numérique Etat de l'Art

Où se situe :
le CR(Computeur Radiography),
la DR (Direct Radiography),
par rapport à la radiologie traditionnelle

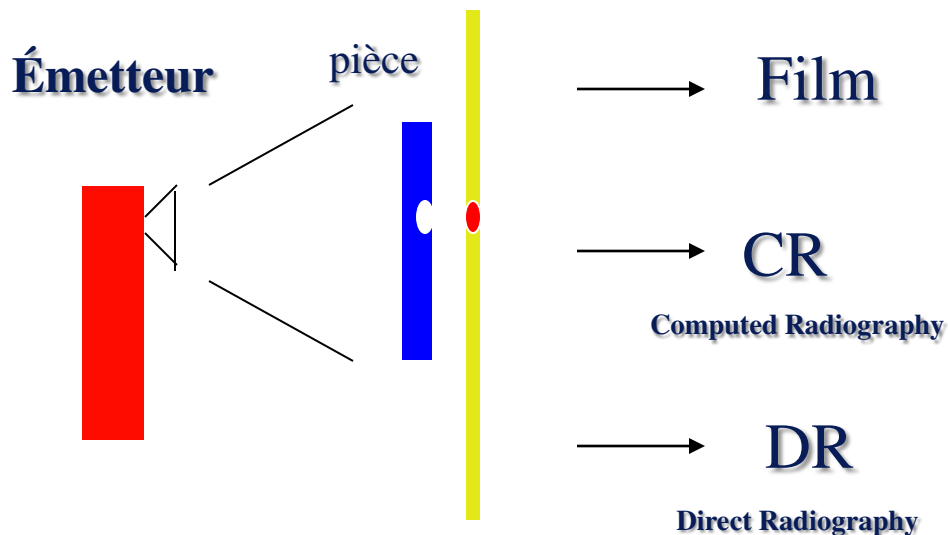
6

Quelques éléments de compréhension (1/2)



Solutions & Services

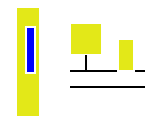
Récepteurs



Développement

automatique

manuel



accessoires

archivage

Traitement des
déchets
Décret 2950

chimie 7

Radioscopie

scanner

écran plat

etc.....

Les Sources Émettrices identiques à celles utilisées avec des films argentiques :

- Radio-Isotopes Cobalt, Iridium, Sélénium**
- RX , RX pulsés, accélérateurs de 10 KV à 15 Mev**

Comparatif

Argentique

- ▶ Développement chambre noire
- ▶ Temps de développement 8mm
- ▶ Coût du consommable
- ▶ Chimie
- ▶ Traitement des déchets
- ▶ Négatoscope
- ▶ Double films
- ▶ Duplicata
- ▶ Partage des images
- ▶ Stockage

Numérique

- ▶ Pénombre
- ▶ Lecture 10 secondes à 2 mm
- ▶ Plaque réinscriptible
- ▶ Pas de chimie
- ▶ Pas de déchets
- ▶ Logiciel
- ▶ Grande dynamique
- ▶ Copier coller
- ▶ Numérique (Email, Cdrom, DVD etc...)

8

Attention à la durée de vie des plaques images : Entre 500 à 25000 cycles

- Suivant le type de plaque IP (Imaging Plate),
- Suivant le conditionnement rigide ou flexible,
- Suivant le soin apporté,
- Suivant le scanner et type de guide,
- Suivant le type d'énergie d'exposition.

□ Normes:

- **Normes EN:**
 - **EN-14784-1: Industrial CR with storage phosphor imaging plates - Part 1: Classification of systems**
 - **EN-14784-2: Industrial CR with storage phosphor imaging plates - Part 2: General principles for examination of metals using : X-Rays and Gamma rays (en cours de révision)**
- **Normes ASTM:**
 - **ASTM 2007-00: Standard Guide for Computed Radiography**
 - **ASTM 2033-99: Standard Practice for Computed Radiography**
 - **ASTM 2445-05: Standard Practice for Qualification and Long-Term Stability of CR systems**
 - **ASTM 2446-05: Standard Practice for Classification of CR Systems**
 - **ASTM 2339-04: Digital Imaging and Communication in NDE (DICONDE)**

9

□ Codes:

- **ASME:**
 - **ASME Section III, NB/NC-5111 - Radiographic examination by film radiography or real time radioscopy in accordance with ASME Section V, Article 2, Radiographic Examination**
 - **ASME Section V, Article 2 - Mandatory Appendix VIII, Radiography Using Phosphor Imaging Plates, provides requirements for using CR as an alternative to film radiography**
 - **ASME Section V Code Case 2602, June 2008, provides alternative for dry file storage of digital radiographic images**
- **RCCM / RSEM: Pas de mention de la radiographie numérique**



Il n'existe, à ce jour, aucune qualification, démonstration des performances et/ou « Capability Assesment »

Plans d'expériences (1/5)

□ AREVA

- Suite au REX Américain, la Radiographie Numérique et en particulier Phosphore semblent offrir des avantages conséquents par rapport à la radiographie conventionnelle lors des Remplacements de Générateurs de Vapeurs
 - Réduction des temps de pose
 - Réduction de la dose et des zones d'exclusion par utilisation d'autres Isotopes
 - Performances comparables



□ DCNS – BV – EDF – IS – STX Europe (Projet Manureva)

- Performances radio numérique (écrans photostimulables phosphore) / radio argentique Cas d'applications industrielles
 - Contrôle de soudures bout à bout
 - Matériaux (Acier (type E24, DH36, et Acier inoxydable (304L, 316L))
 - Épaisseurs (1 à 30 mm pour les applications tuyauteries (DN compris entre 10 et 500 mm)

10



Cofr



BUREAU
VERITAS

risques pour



la performance et la compétitivité de l'industrie



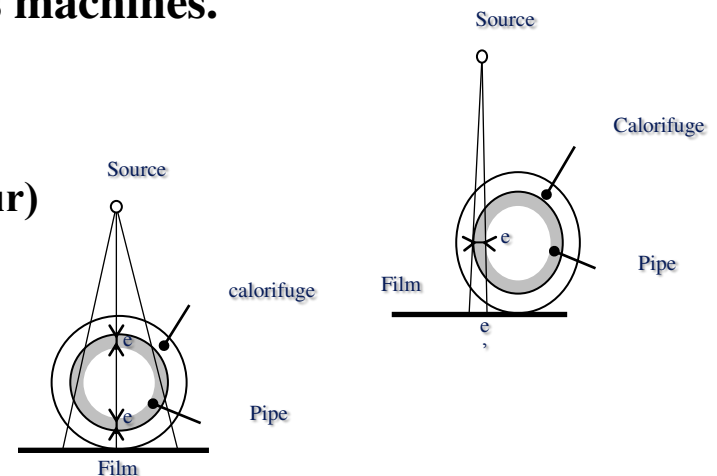
ASN Orléans – 01/04/2011

www.cofrend.com

EDF

- Essais de faisabilité pour la recherche de discontinuités modélisées sous forme d'entaille (avec support technique GE) en Double Paroi
 - Dans le cadre de la révision du dossier de qualification de l'examen par radiographie des soudures circulaires du tronçon compris entre le clapet ARE et l'entrée du GV des paliers 900 et 1300 MWe, des essais au titre de la qualification de la technique sur maquette plane comportant des entailles ont été réalisés,

- Essais d'évaluation de la RTN pour la détection et le dimensionnement d'usure en racine des soudures des circuits en salle des machines.
 - Essai par Technique Tangentielle
 - Calorifuge en place
 - Utilisation d'isotopes (Se 75 selon épaisseur)
 - Essai par Technique Double Paroi
 - Calorifuge en place,
 - Utilisation d'isotopes (Se75, Ir192, Co60)



Plans d'expériences (3/5)



Autres (BP, Projet Européen HEDRad, COFREND..)

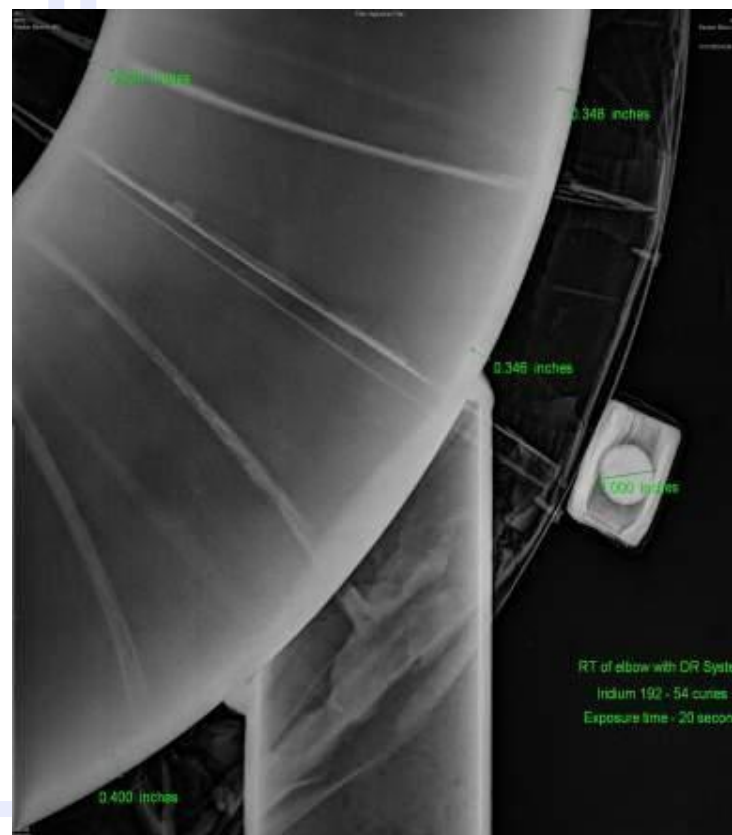
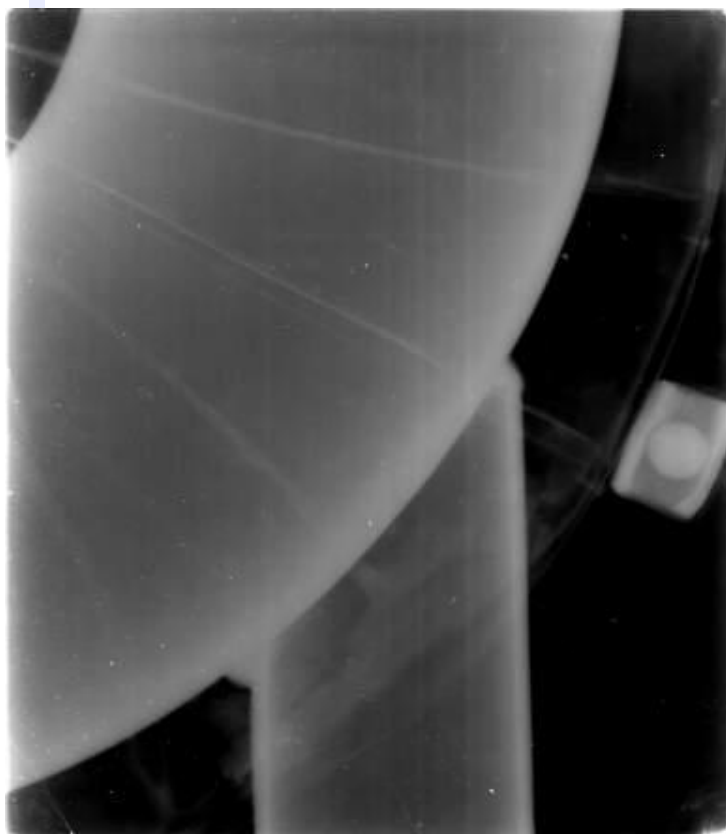
Exemple : Comparaison DR Versus CR

❑ 6" Sch-40 Pipe Elbow

❑ CR: 4 Min / 54 Curies IR-192

❑ 6" Sch-40 Pipe Elbow

❑ DR: 20 Sec / 54 Curies IR-192



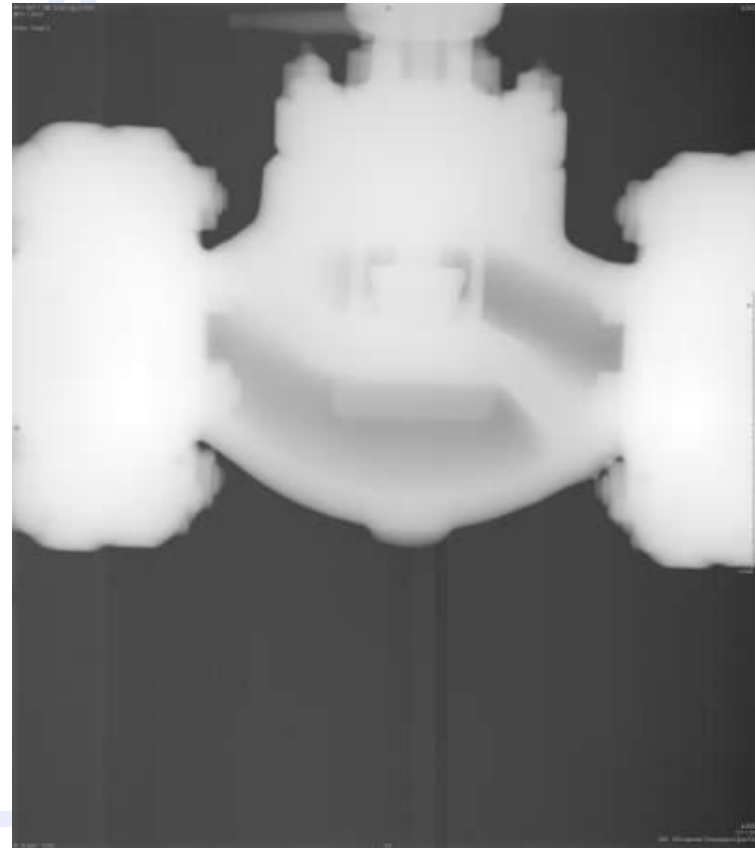
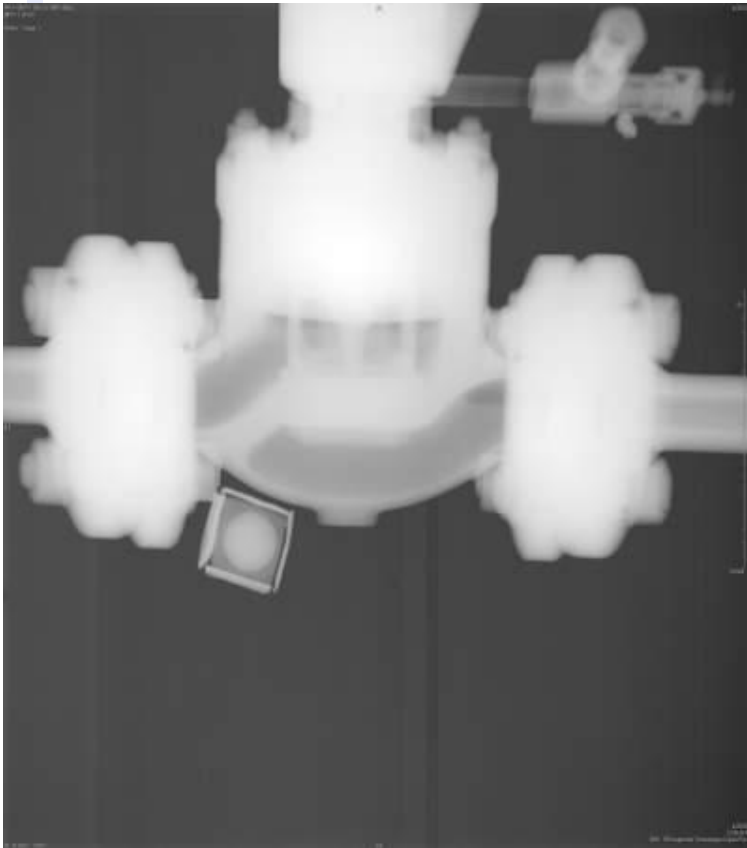
12



IR-192 (90 CURIES)

- ❑ 1" 300# CONTROL VALVE
- ❑ DR: 15 Sec / CR: 5 Min

- ❑ 2" 300# CONTROL VALVE
- ❑ DR: 20 Sec / CR: 10 Min

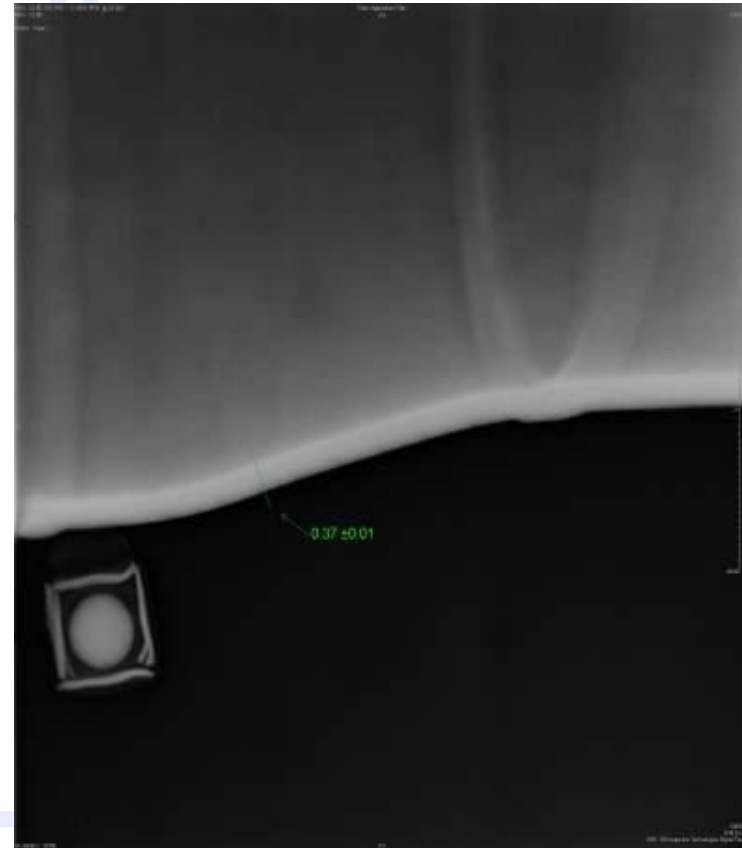




COBALT-60 (40 CURIES)

- ❑ 10" STD PIPE
- ❑ DR: 34 Sec / CR: 11 Min

- ❑ 12" STD REDUCER
- ❑ DR: 30 Sec / CR: 15 Min



Conclusions – Perspectives (1/2)

▶ **En vertu des codes applicables à la radiographie argentique (type RCCM) et aux normes en vigueur pour la radiographie numérique (14784-2), pour des épaisseurs de 14 à 68 mm, la radiographie numérique possède :**

- ▶ une perceptibilité et une détectabilité pouvant être équivalente à la radiographie conventionnelle,
- ▶ avec un temps de pose très sensiblement réduit (// de l'ordre de 2) pour des épaisseurs < 50mm
- ▶ MAIS si les défauts réels sont détectables en radiographie numérique, la qualité d'image ou le confort d'interprétation des images sont fortement dégradés par rapport au film argentique.

▶ **Pour des échantillons plus épais (de 68 à 148 mm), des pertes de perceptibilité et de détectabilité sont constatées en radiographie numérique par rapport à la radiographie conventionnelle.**

15

▶ **Les essais comparatifs :**

- ▶ Sélénium- Supports Numériques,
- ▶ Iridium – Films argentiques,

montrent la l'intérêt d'utilisation du premier couple pour des épaisseurs de l'ordre de 20 à 30mm. dont l'utilisation pour les mesures d'usure en racine des soudures dans certaines conditions

▶ **Reste des essais et/ou travaux de modelisation pour mieux comprendre l'influence de certains paramètres sur les résultats comme :**

- ▶ Les écrans photostimulables - Les scanners
- ▶ La "Boîte Noire" Logiciel d'analyse (Filtre Flash)

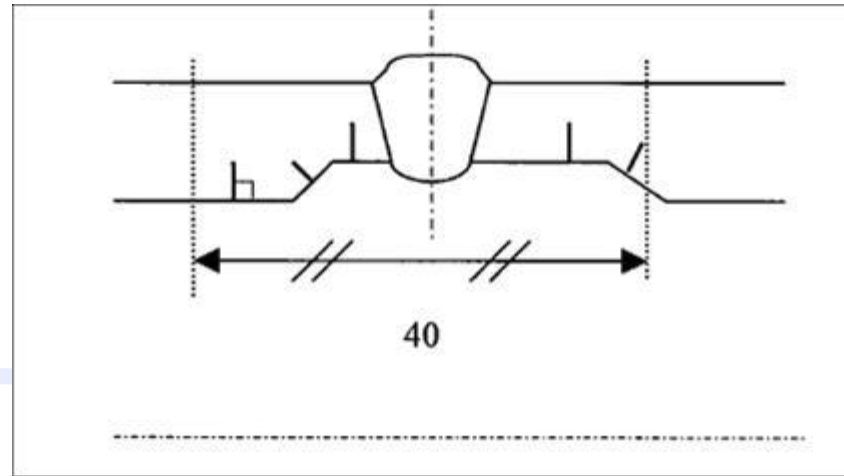


Un exemple de basculement radiographie/ultrasons

16

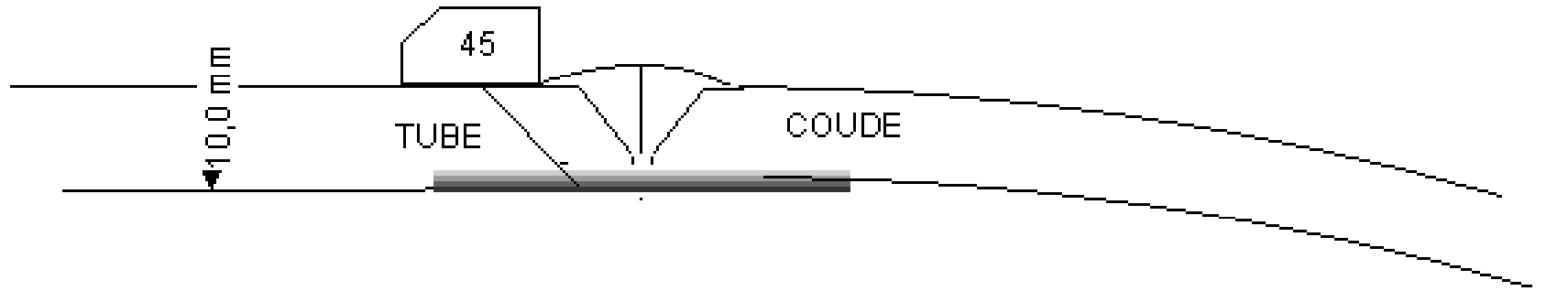


Contrôles soudures sur tuyauteries ASG



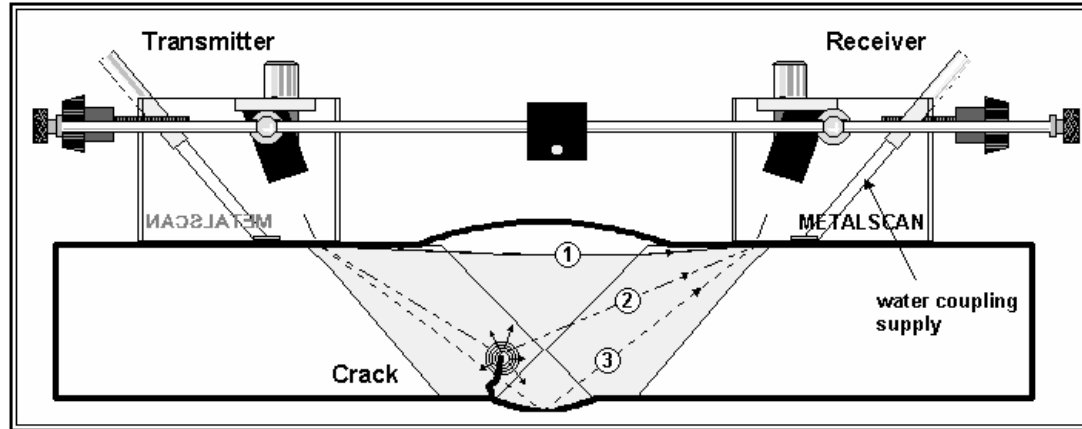
- ❑ **Soudures concernées** : Les soudures concernées sont les circulaires depuis le raccordement en amont du dernier clapet jusqu'au raccordement sur le piquage ASG/ARE (ASG/ANG dans le cas du CP0) ou sur la tubulure pour le palier N4.
- ❑ **Dimensions** : Il existe deux diamètres différents : 4 pouces (\emptyset extérieur 114,3 mm) épaisseur nominale 8,56 mm et 6 pouces (\emptyset extérieur 168,3 mm), épaisseur nominale 10,97 mm. MINI – MAXI:
 - CP0 (6'') 9.5 mm 15.4 mm
 - CPY – DPY – N4 (4'') 5.5 mm - 12.9 mm

Technique UT conventionnel



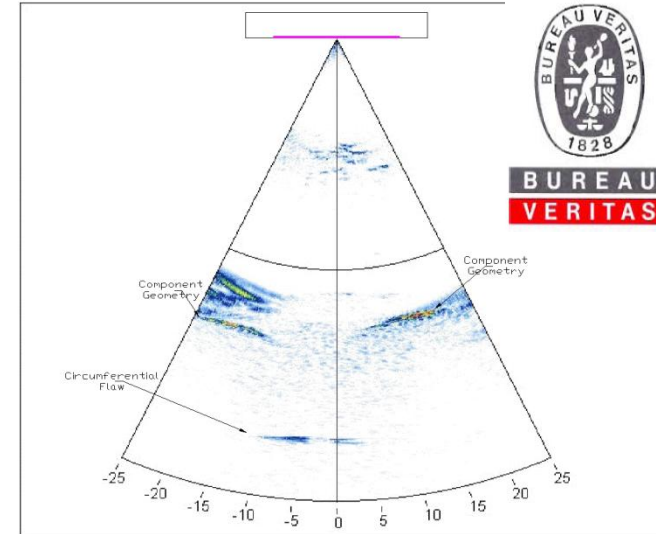
Avantage	Inconvénient	Facteur SOH	Dosimétrie
<p>Efficace et simple de mise en œuvre.</p> <p>Procédé éprouvé.</p> <p>Matériel simple et disponible.</p> <p>Bien adapté pour les environnements « encombrés », car les traducteurs sont de petites dimensions.</p>	<p>Pas de traçabilité.</p> <p>Facteur humain important.</p> <p>Difficultés habituelles du contrôle manuel, demande du temps sur place.</p> <p>En présence d'indications le temps passé augmente rapidement.</p>	<p>Impact faible</p> <p>Ne requiert pas de technicité particulière.</p> <p>Tous les opérateurs certifiés EN 473 savent faire.</p>	<p>Temps d'acquisition élevé (1 jour/soudure au moins)¹⁸</p>

Technique TOFD



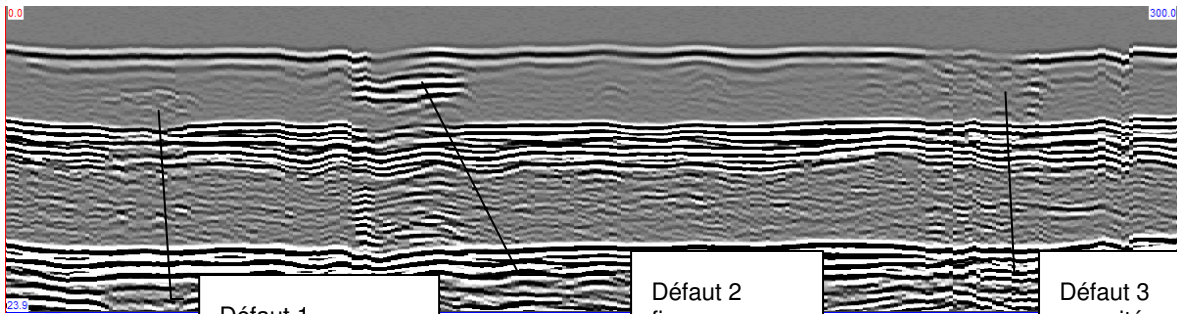
Avantage	Inconvénient	Facteur SOH	Dosimétrie
<p>Bien adapté aux soudures de géométrie simple.</p> <p>Gain de temps d'acquisition surtout pour les contrôles en série.</p> <p>Temps d'acquisition écourté par rapport au contrôle manuel.</p> <p>Traçabilité (enregistrement du fichier).</p>	<p>Réglages plus long.</p> <p>Résultat fortement influencé par l'état de surface.</p> <p>Applicable aux soudures de géométrie simple uniquement.</p> <p>Analyse des données plus compliquée.</p> <p>Dispositif mécanisé obligatoire – nécessite de la place autour de la soudure.</p>	<p>Requiert une grande technicité.</p> <p>Tous les opérateurs ne savent pas faire.</p> <p>Formation spécifique requise.</p> <p>Pas encore de certification du personnel.</p>	<p>Temps d'acquisition plus court (0.5 jour/soudure) mais plus délicat, risque de reprise.</p> <p>Matériel plus lourd et plus encombrant donc plus de personnel</p> <p>Bilan dosimétrique équivalent au contrôle manuel..</p>

Technique Phased Array



**BUREAU
VERITAS**

Avantage	Inconvénient	Facteur SOH	Dosimétrie
<p>Bien adapté aux soudures de géométrie simple.</p> <p>Gain de temps d'acquisition surtout pour les contrôles en série.</p> <p>Traçabilité (enregistrement du fichier).</p> <p>Dimensionnement en longueur précis.</p>	<p>Réglages plus long.</p> <p>Nécessite une calibration en sensibilité en fonction des angles (lois focales)</p> <p>Applicable aux soudures de géométrie simple uniquement.</p> <p>Analyse des données plus compliquée.</p> <p>Dispositif mécanisé obligatoire – nécessite de la place autour de la soudure.</p> <p>Palpeurs plus gros, nécessite un couplage correct sur toute sa surface, donc un composant avec profil régulier.</p> <p>Pas de normalisation pour les sondes.</p>	<p>Requiert une grande technicité.</p> <p>Equipement / réglages plus complexes.</p> <p>Matériel spécifique plus couteux que les UT conventionnels</p> <p>Formation spécifique requise pour l'acquisition et l'analyse.</p>	<p>gain de temps d'acquisition mais plus de personnel pourquoi ?, donc bilan dosimétrique équivalent aux UT conventionnels.</p>



Défaut 1
Fissure en racine

Défaut 2
fissure sur chanfrein

Défaut 3
porosités

