

# METHODOLOGIE DE JUSTIFICATION GUIDES DES ALTERNATIVES

**Journée technique  
Radiographie Industrielle  
PRECEND  
2 Juillet 2013**



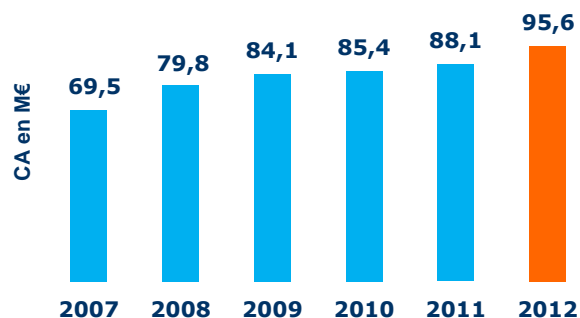
**Stéphane GODARD** – [s.godard@institutdesoudure.com](mailto:s.godard@institutdesoudure.com)  
**Daniel CHAUVEAU** – [d.chauveau@institutdesoudure.com](mailto:d.chauveau@institutdesoudure.com)

Ce qui nous lie  
nous rend plus forts



## > Profil du groupe

95,6 M€ de chiffre d'affaires en 2012  
 > dont 18 % à l'international



958 collaborateurs  
 24 implantations en France métropolitaine, dont  
 > 12 centres de formation  
 Présence dans 30 pays, dont  
 > 5 implantations à l'étranger et 3 dans les DOM-  
 TOM  
 8 000 m<sup>2</sup> de laboratoires  
 8 000 clients

- 5 métiers stratégiques :





# > Plus proche de nos clients, partout en France

## 1 - Nord

- Douai Cuincy (1)
- Dunkerque et Grande Synthe (2)

## 2 - Normandie

- Beaumont-Hague (3)
- Gonfreville-l'Orcher (4)

## 3 - Île de France

- Evry (5)
- Villepinte (6) *Siège social*

## 4 - Atlantique

- Donges (7)
- Nantes – Saint Brévin (8)

## 5 - Sud-Ouest

- Bordeaux - Ambarès (9)
- Bordeaux - Bassens (10)
- Toulouse - Colomiers (11)



## 6 - Est

- Châlons-en-Champagne (12)
- Goin (13)
- Mulhouse (Wittenheim) (14)
- Saint-Avold Porcelelette (15)
- Strasbourg - Entzheim (16)
- Yutz (17) *Centre de Recherche*

## 7 – Rhône-Alpes

- Corbas (18)
- Grenoble (Saint-Martin d'Hères) (19)
- Saint-Priest (20)

## 8 – Sud-Est

- Bagnols-sur-Cèze (21)
- Cadarache (22)
- Pierrelatte (23)
- Port-de-Bouc (24)

**Remplacer une technique/méthode CND ou END par une autre est un exercice qui peut être complexe.**

**Chaque technique/méthode à:**

- ❖ ses avantages/inconvénients,**
  - ❖ des performances différentes en termes de détection localisation, classification /caractérisation,**
  - ❖ des niveaux d'acceptation différents.**
- 
- ✓ une méthode/technique CND est utilisée dans le cadre d'un code de construction,**
  - ✓ les habitudes sont difficiles à changer.**

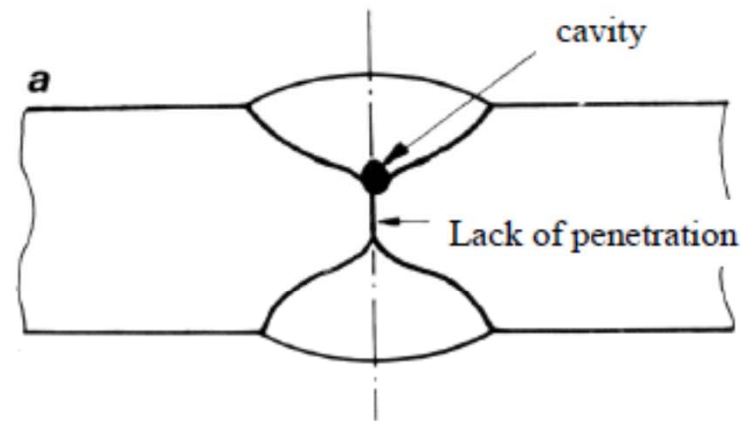
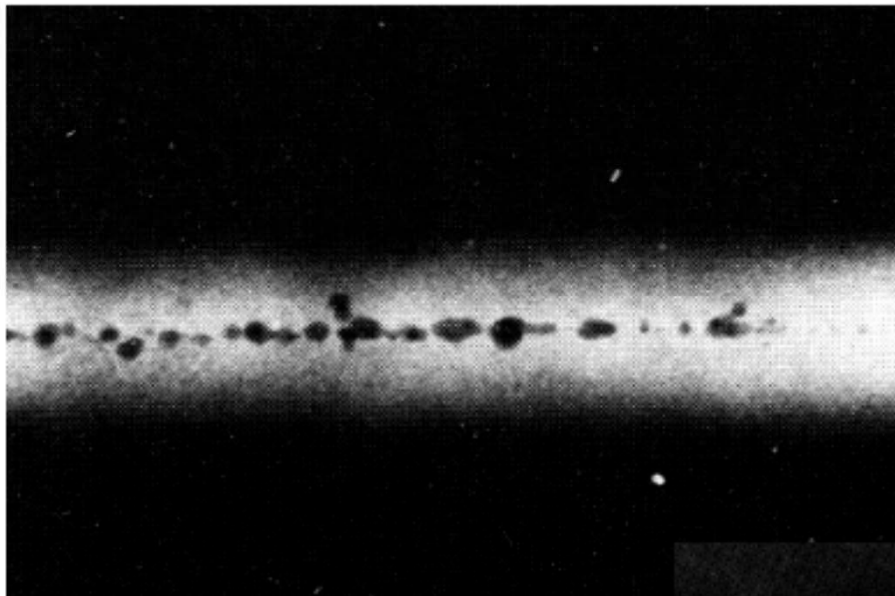
# Questions préalables



<p>✓ Dans quel but la gammagraphie à l'Ir 192 est elle appliquée ?</p>	<p>a) pour satisfaire une exigence réglementaire  b) pour détecter un défaut ou un endommagement bien identifié,  c) pour assurer le niveau de qualité d'une fabrication suivant des spécifications internes (contrôle intermédiaire, contrôle final ...),  d) pour assurer la traçabilité</p>
<p>✓ La technique alternative utilisée doit-elle assurer la même qualité de fabrication ?</p>	<p>a) calcul de POD et FCR (voir alors question 3)  b) critères d'acceptation équivalent pour la classe de qualité considéré (Ex : ISO 5817)  c) taux de réparation équivalent – meilleure pertinence des réparations  d) réévaluation du niveau de qualité de fabrication</p>
<p>✓ La technique alternative doit-elle assurer la même POD et FCR ?</p>	<p>a) données bibliographiques  b) expérimentales :  c) simulation,</p>
<p>✓ Peut-on déployer la technique alternative candidate ?</p>	<p>a) contraintes industrielles de l'application,  b) exigences de la réglementation,  c) maturité de la technique  d) reconnaissance de la technique  e) disponibilité équipements et personnels qualifiés</p>
<p>✓ La gammagraphie est-elle le seul contrôle mis en œuvre ?</p>	<p><input type="checkbox"/> Oui  <input type="checkbox"/> Non, dans ce cas la substitution est elle évaluée :  a) au niveau du package complet de CND  b) au niveau de la technique candidate à la substitution de la seule gammagraphie</p>

Qu'est ce qui est le plus important quand on remplace les RT par UT ?

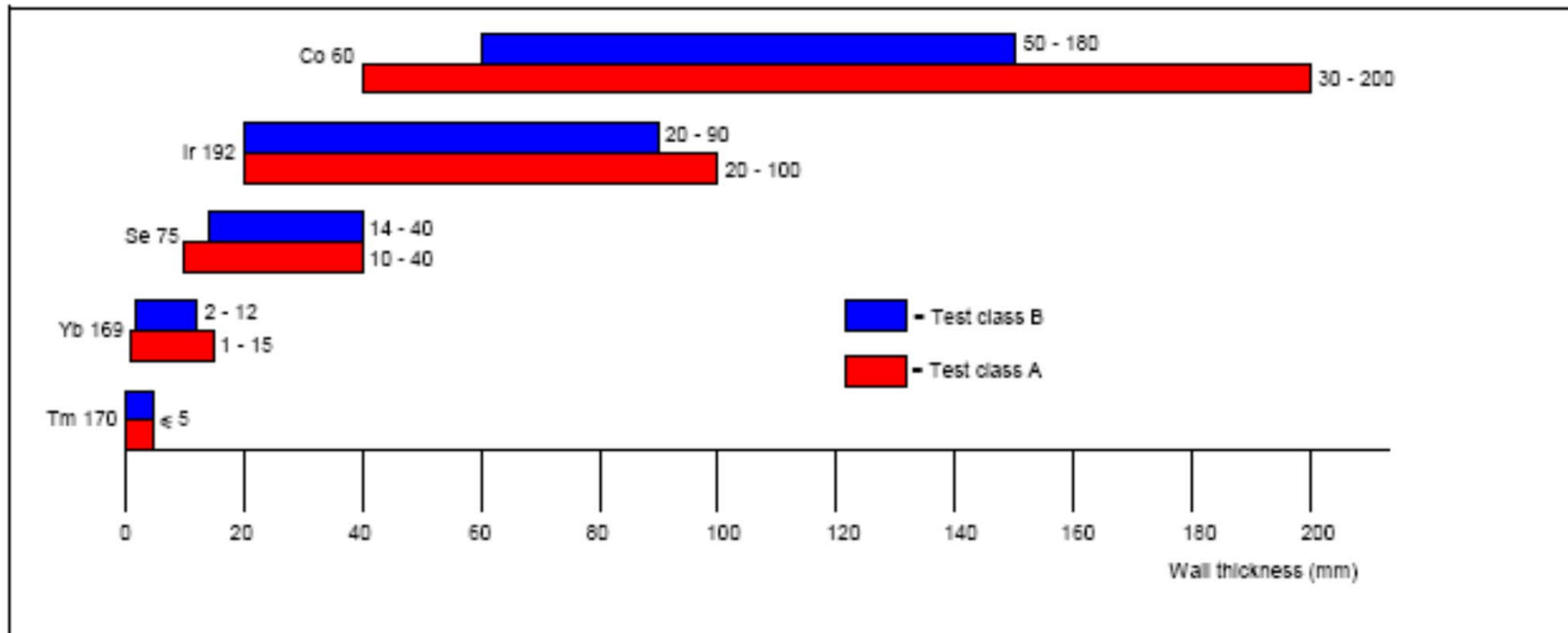
- trouver les défauts susceptibles d'être dangereux ?
- couper les « porosités » en quatre ?



En RT, porosités = dérive du process de soudage

*Niveau d'acceptation sévère en RT sur les porosités  
= compensation des faiblesses vis à vis  
de la détection des défauts plans*

## Contexte d'application de la gammagraphie à l'Ir 192



# Contexte d'application de la gammagraphie à l'Ir 192

*ALTER-X*

Tuyauterie	Pipeline	ESP	Autres équipement industriels	Pièces moulées	Pièces forgées
Fabrication montage -	Fabrication montage -	Fabrication montage -	Fabrication montage -	Fabrication montage -	Fabrication montage -
Maintenance	Maintenance	Maintenance	Maintenance	Maintenance	Maintenance

*TOFDPROOF (terminé - 31 mars 2005 -  
package complet OK pour ESP)*





→ Proposer des solutions alternatives à la gammagraphie Ir 192 pour le contrôle de fabrication des soudures de tuyauterie, déterminer leurs domaines d'application, leurs limites et leurs performances par rapport à la gammagraphie Ir192.

→ Etat de l'art

→ Evaluation des techniques candidates : TOFD, Multiéléments, radionumérique

## Objectifs :

- Améliorer la radioprotection et la sécurité,
- Définir des possibilités de substitution de la gammagraphie pour les différents types de soudures rencontrées sur une canalisation,
- Diminuer les coûts indirects,
- Mettre des guides/recommandations à disposition des industriels

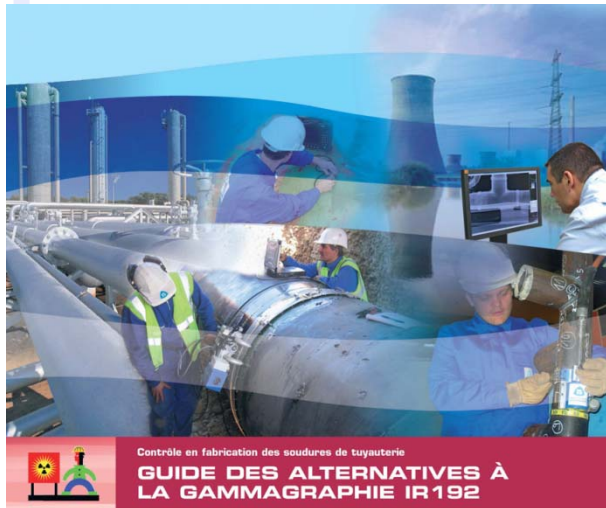
Projet 2007/ 2009

Montage à partir de 2005



# Contexte

2005 – Demande de l'ASN à la COFREND (Beaune)



**ALTERX : 09/2009**



Projet ALTER-X

Collection des cahiers techniques de la Cofrend  
Radiographie industrielle

Démarche  
de justification  
de la radiographie  
gamma

**CACT : 04/2010**

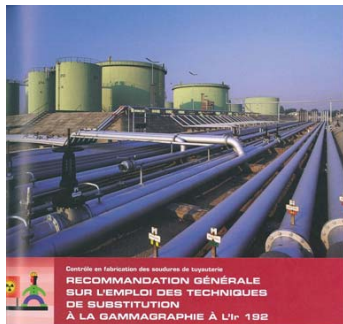


*Demande SNCT & COFREND d'un document concerté orienté ESP prenant en compte toutes les composantes de la profession (base travaux IS et CETIM)*



## Contrôle des soudures de fabrication des tuyauteries en acier au carbone (alertes pour acier inoxydable et contrôle en service)

### RT20

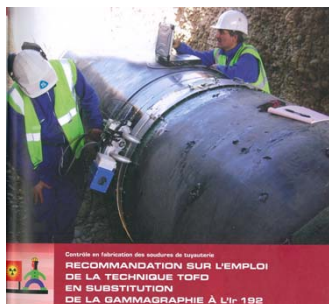


*135 pages sur 2 colonnes recto/verso*

**ALTER-X RT20** – Recommandation générale sur l'emploi des techniques de substitution à la gammagraphie à l'Ir 192 .....

**ALTER-X RT21** – Recommandation sur l'emploi de la technique TOFD en substitution de la gammagraphie à l'Ir 192 .....

### RT21



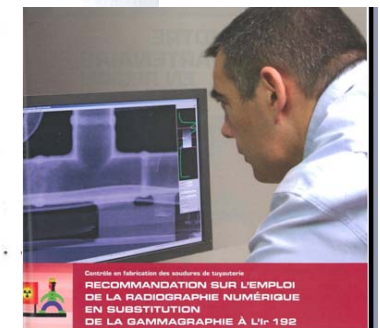
**ALTER-X RT22** – Recommandation sur l'emploi des techniques ultrasons multiéléments en substitution de la gammagraphie à l'Ir 192 .....

**ALTER-X RT23** – Recommandation sur l'emploi de la radiographie numérique en substitution de la gammagraphie à l'Ir 192 .....

### RT22



### RT23



*3 guides de mise en oeuvre*

# Contenu du cahier technique

*Chapitre 1: principes de validation technique du remplacement d'une technique RT*

*Chapitre 2: TOFD - modalités d'emploi & critères associés*

*Chapitre 3: Se 75 - modalités d'emploi & critères associés*

*Exemples d'application*

*Annexes descriptifs*



# La méthode OPC

Principe



## Occurrence 1 to 5

- 1 : Unlikely
- 2 : Rare
- 3 : Occasional
- 4 : Frequent
- 5 : High

*Connaissance soudage*  
determine le défaut susceptible de survenir dans chaque passe lors du soudage (QMOS, contrôle qualité, REX, faiblesse connue du procédé ...)

## Performance 0,1 to 1

- 0,1 / 0,2 : very weak
- 0,3 / 0,4 : weak
- 0,4 / 0,6 : moderate
- 0,7 / 0,8 : high
- 0,9 / 1 : very high

*Connaissance CND*  
La performance de chaque technique est évaluée en terme de performance de détection par exemple: (jugement d'expert, POD, REX, dossier de qualification...)

## Consequence 1 to 5

- 1 : negligible
- 2 : marginal
- 3 : moderate
- 4 : critical
- 5 : catastrophic

*Connaissance mécanique*  
Evaluation qualitative des risques (non basée sur ECA) prise en compte des contraintes mécaniques et environnementales et conditions de fonctionnement de la structure.

« analyse technique simple basée sur AMDEC »



*Evaluer le remplacement d'une technique ou méthode CND sur les soudures devrait associer:*

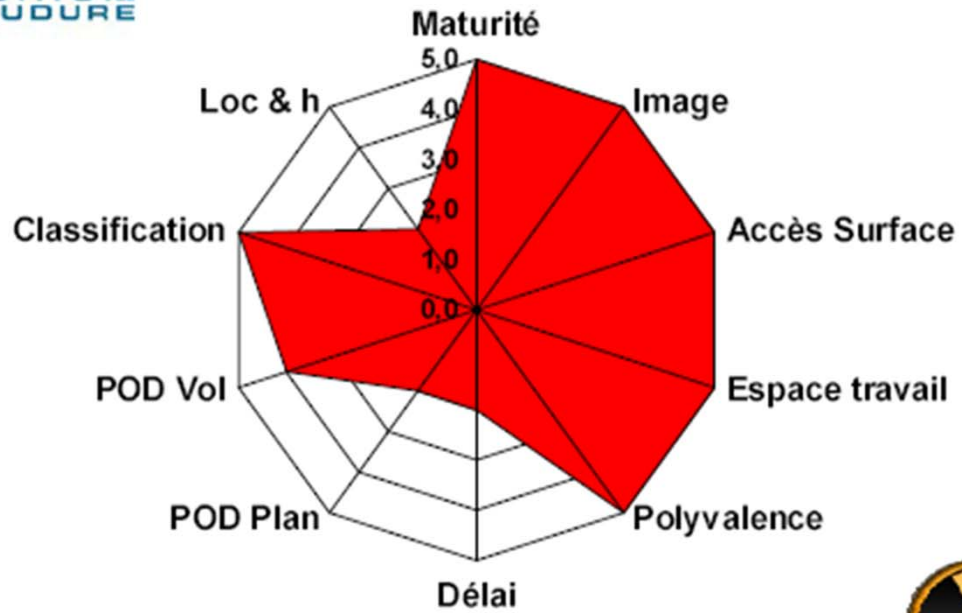
- ✓ *Expert(s) CND*
- ✓ *Ingénieur(s) soudeur(s)*
- ✓ *Ingénieur(s) mécanicien(s)*

*L'approche OPC :*

*propose un exercice intellectuel complet basé sur l'AMDEC  
permet de statuer sur l'efficacité du remplacement envisagé aussi bien défaut par défaut et passe par passe que par famille de défauts  
permet de mettre en lumière les risques pris lorsque l'on applique la méthode de référence,  
pourrait être déclinée pour du contrôle en service,*

*Des cas d'applications sont nécessaires pour mieux apprécier le choix des règles et seuils à appliquer en fonction des applications et secteurs industriels.*

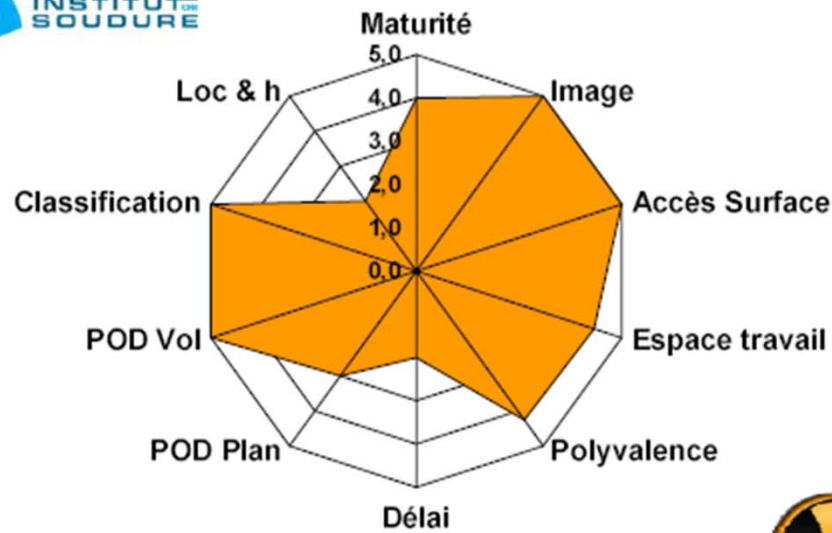
**Ir 192**  
- Films



Equipement	Consommable	Cadence
=	=	=



## RX - Films



### Les freins à la transposition

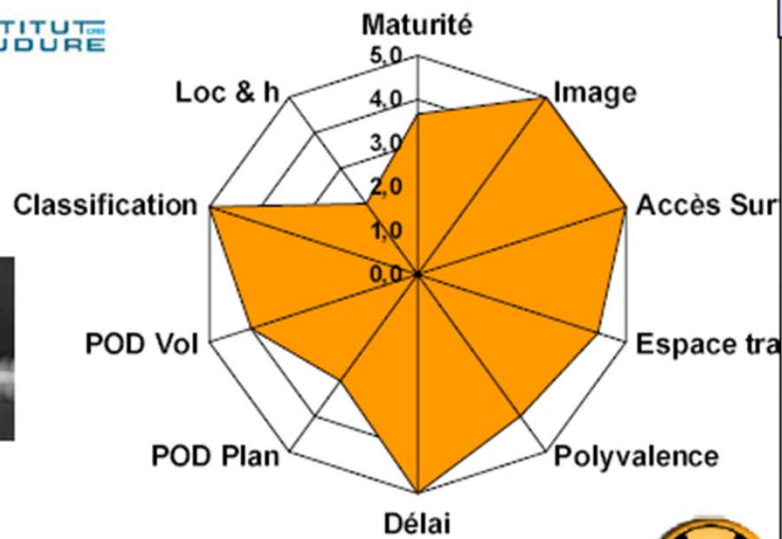
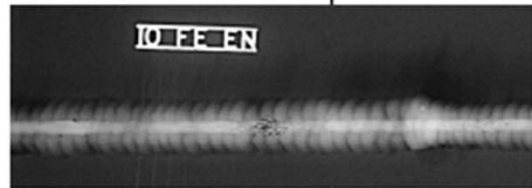
- ◆ Encombrement des tubes X
- ◆ Fragilité des tubes X
- ◆ Poids des tubes X
- ◆ Inadapté pour les tirs en ellipse
- ◆ Equipement non autonome en énergie électrique
- ◆ Epaisseur traversée limitée à ( $\approx 20$  mm à 200 KV)
- ◆ Mise en place/fixation du tube sur tuyauterie problématique
- ◆ Productivité réduite
- ◆ Augmentation nb de prises de vue



Equipement	Consommable	Cadence
>	=	<



RX pulsés  
- Six



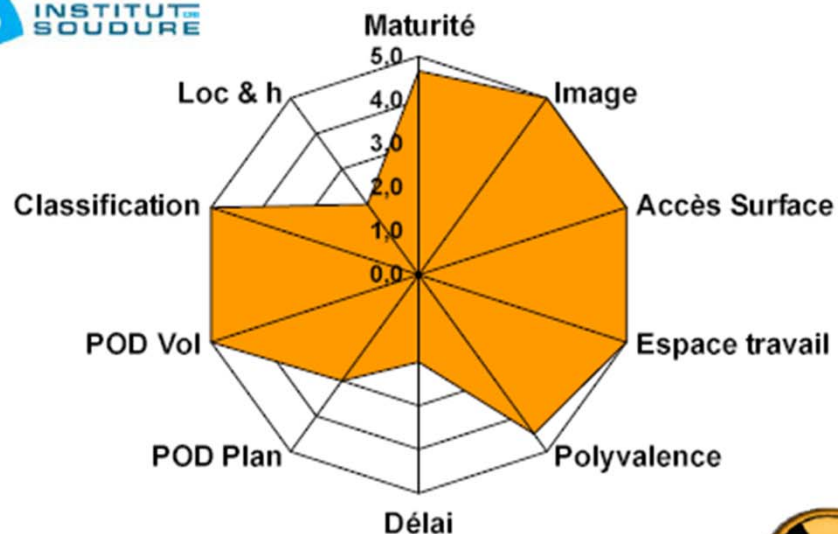
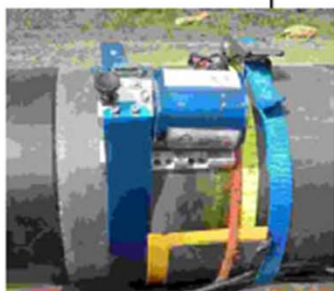
### Les freins à la transposition

- ♦ Nouveauté du concept
- ♦ Complexité de mise en oeuvre en particulier pour les tirs en ellipse
- ♦ Réglages pour obtenir la qualité d'image au cas par cas
- ♦ Adaption nécessaire des normes, codes et des pratiques actuelles
- ♦ Epaisseur traversée limitée à 10 mm
- ♦ Productivité réduite si plusieurs configurations
- ♦ Méthodologie de mesure de la dosimétrie opérationnelle à définir



Equipement	Consommable	Cadence
>	<	<

Se 75 - Films



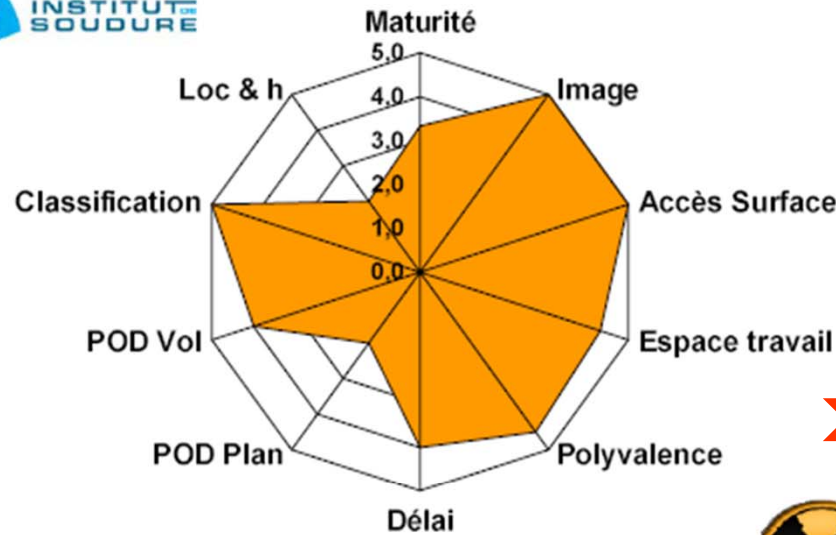
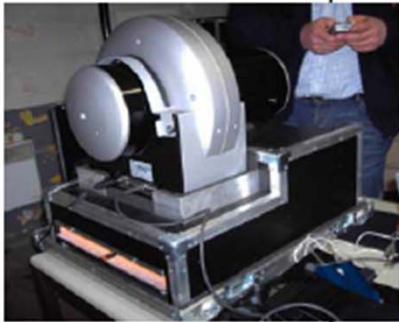
Les freins à la transposition

- ◆ Délai d'appro des sources
- ◆ Coût plus élevés des sources
- ◆ Caractéristiques variables des capsules suivant appro
- ◆ Adapter les cahiers des charges
- ◆ Faible demande des clients
- ◆ Epaisseur trav. limitée à 2 fois 20 mm
- ◆ Conservatisme des acteurs de la filière
- ◆ Très rare phénomène de "diffusion" dans les aciers inoxydables



Equipement	Consommable	Cadence
=	>	<

## RX - Plaques Phosphores



### Les freins à la transposition

- ♦ Encombrement des tubes X
- ♦ Fragilité des tubes X
- ♦ Poids des tubes X
- ♦ Inadapté pour les tirs en ellipse
- ♦ Equipement non autonome en énergie électrique
- ♦ Epaisseur traversée limitée
- ♦ Mise en place/fixation du tube sur tuyauterie problématique
- ♦ Réglages à optimiser au cas par cas pour atteindre la qualité d'image requise
- ♦ Absence de normes dédiées pour contrôle des soudures
- ♦ Difficultés à satisfaire les exigences des normes européennes concernant les classes de système IP

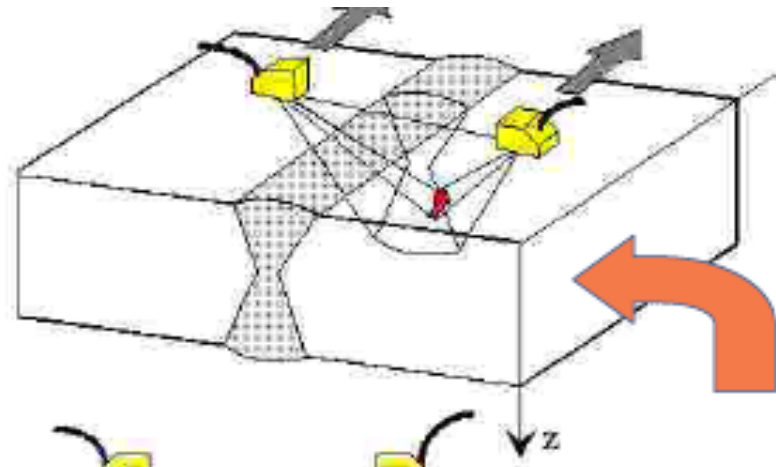


Equipement	Consommable	Cadence
>	<	=

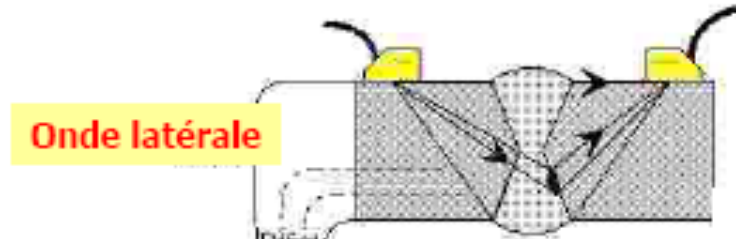


*Les normes européennes sont maintenant disponibles*

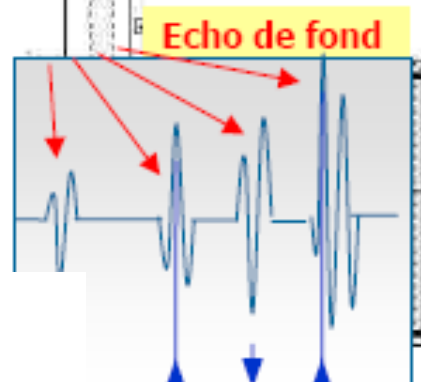
# Le TOFD – technique ultrasonore - diffraction



- Acquisition signaux ultrasonores et position des transducteurs (encodeur)
- Génération d'une image ultrasonore (B-Scan/D-Scan) en niveau de gris
- Validation de la qualité de l'image acquise
- Interprétation de l'image, mesures, archivage



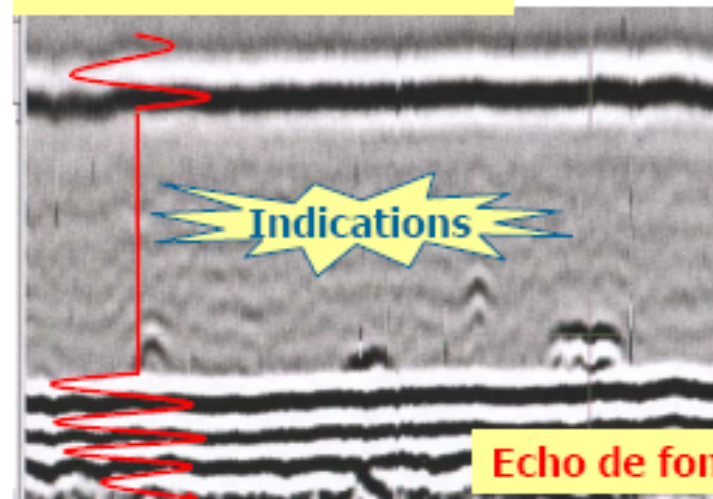
Onde latérale



Echo de fond

apture A-Scan mode RF

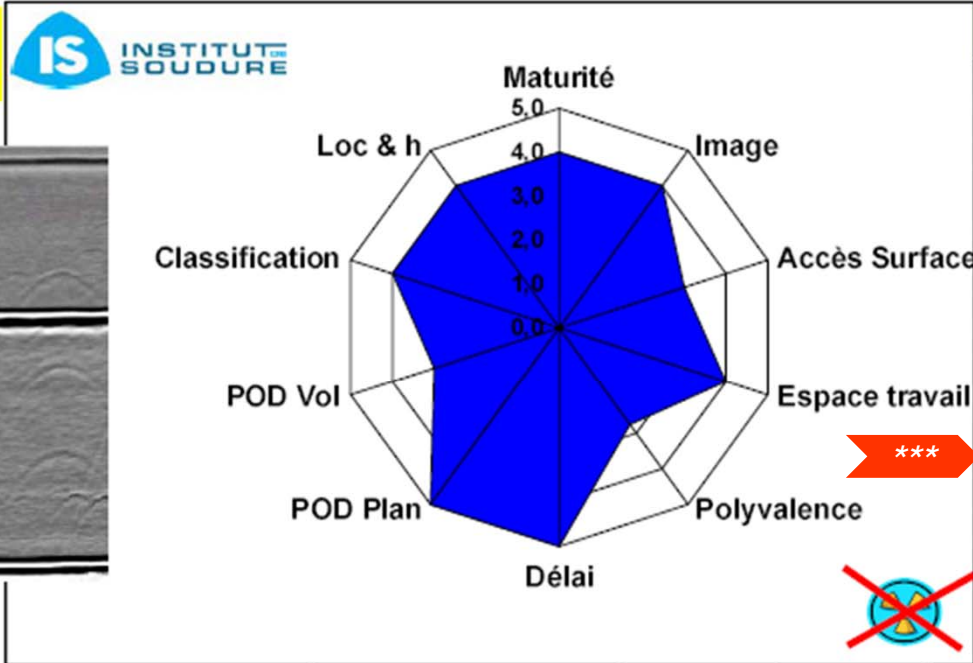
Surface – Onde latérale



Indications

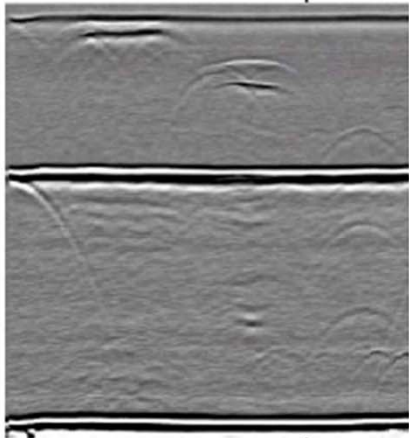
Echo de fond

UT - TOFD



Les freins à la transposition

- ♦ Critères d'accept non introduits dans les codes français (2009?)
- ♦ Limités aux soudures bout à bout
- ♦ Utilisable industriellement sur acier carbone & Duplex après validation. Possibilités d'emploi restreint sur acier austénitique après validation
- ♦ Standard API des acc. de tuyauterie : partie droite insuffisante pour application coude, piquage ...
- ♦ Manque de personnels qualifiés
- ♦ Manque de référentiel français pour qualification/certification
- ♦ Manque de scanners adaptés petits diamètres
- ♦ Limité Normes  $e \geq 6$  mm
- ♦ Insuffisamment appelé dans les cahiers des charges et codes de construction (sauf GRT gaz)
- ♦ Détection des défauts transv.



Equipement	Consommable	Cadence
>	<	>

*Trop performant!  
Qualifier les soudeurs  
avec le TOFD*

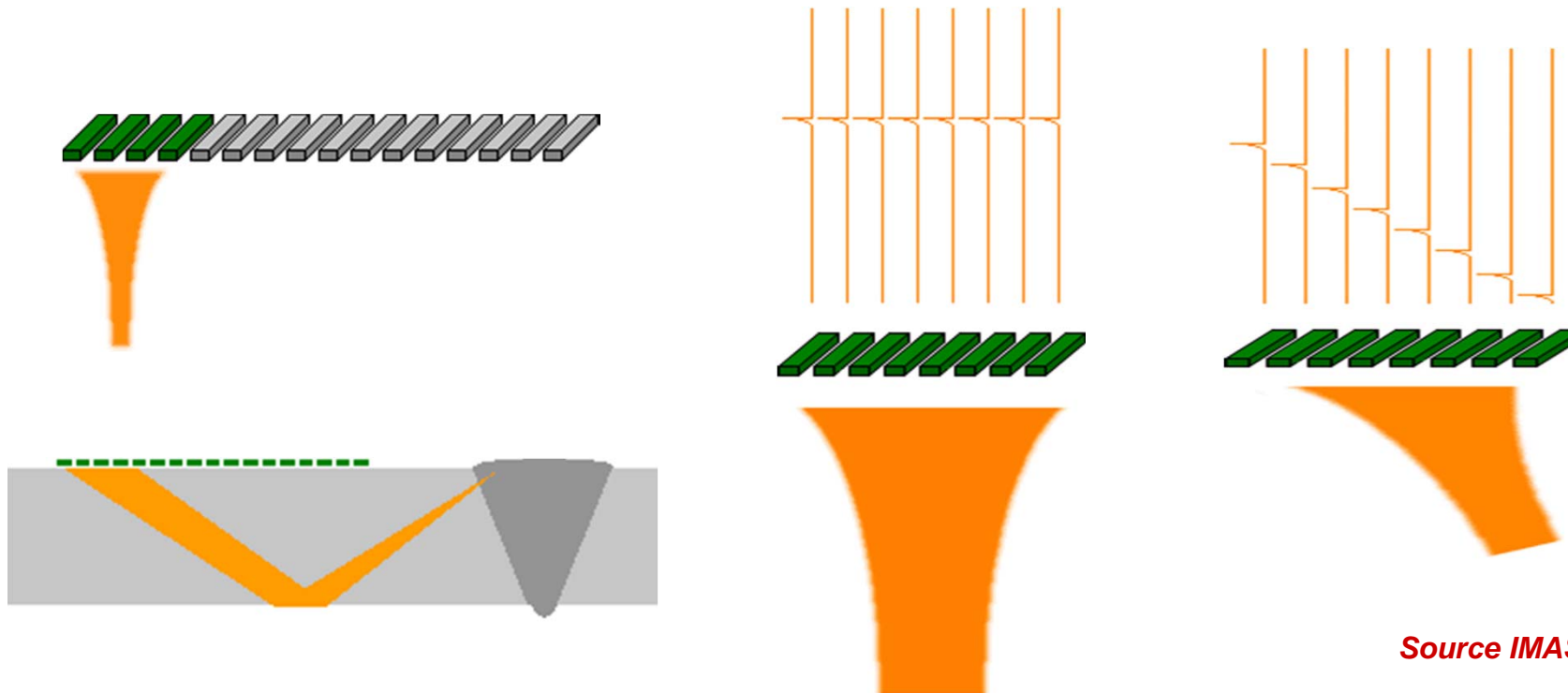
*Le CODAP a intégré dans sa dernière version le TOFD*

*La certification COFREND a été mise en place suite à la publication par IS de l'IS.US.319.22*



*Les scanners développés pour le contrôle phased array des soudures de s tubes de chaudières (Scan13, COBRA.... peuvent être utilisés pour le TOFD*

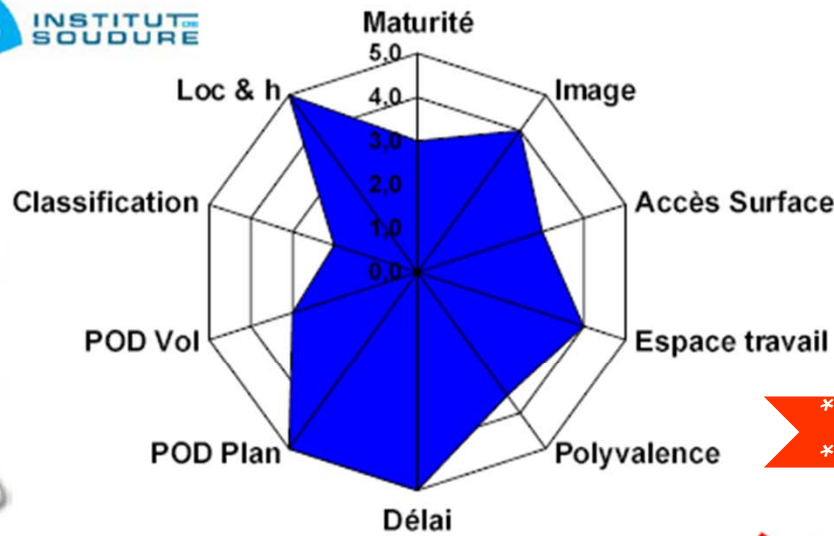
# Le Multiélément- phased array



## Fonctions fondamentales de contrôle de faisceau :

- ✓ balayage électronique,
- ✓ focalisation réglable laquelle peut être dynamique
- ✓ déflexion électronique, balayage sectoriel,
- ✓ atténuation des lobes latéraux (apodisation)

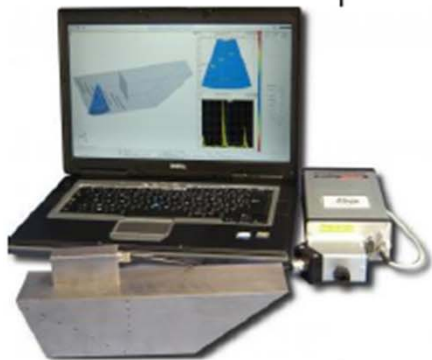
UT - Multiéléments



Les freins à la transposition

- ♦ Absence Normes spécifiques : multiéléments/soudures ( Work item voté - Norme pour 2012?)
- ♦ Utilisable sur acier carbone et la plupart des aciers inoxydables après validation
- ♦ Standard API des accessoires de tuyauterie : partie droite insuffi. pour application coude, piquage ...
- ♦ Complexité de la technique
- ♦ Manque de personnels qualifiés
- ♦ Manque de référentiel français pour qualification/certification
- ♦ Manque de scanners adaptés petits diamètres
- ♦ Pas adapté aux faibles épaisseurs
- ♦ \*Ratio largeur du cordon/e

\*doit être < 5 pour faible épaisseur



Equipement	Consommable	Cadence
>	<	>

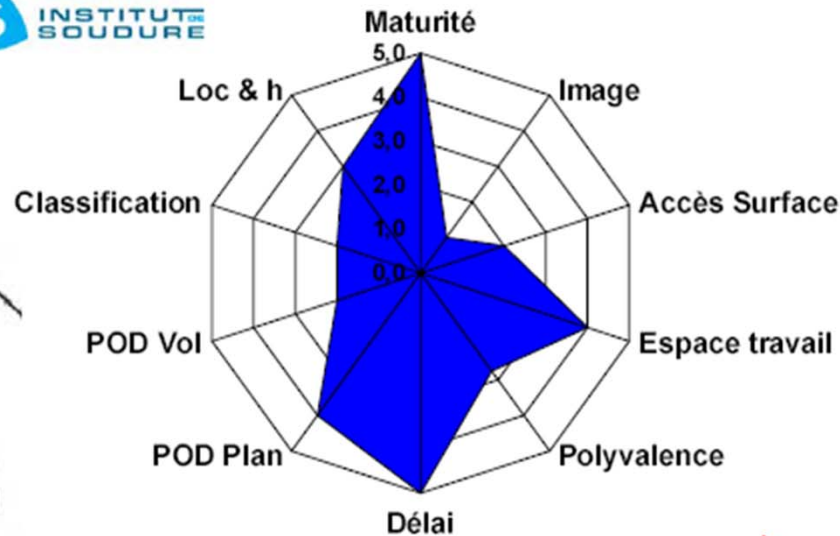
La norme ISO13588 a été publié en mars 2013

Des scanners adaptés petits diamètres et faibles épaisseurs ont été développés pour le contrôle phased array des soudures de tubes de chaudières (Scan13, COBRA....)





## UT Conventionnel



### Les freins à la transposition

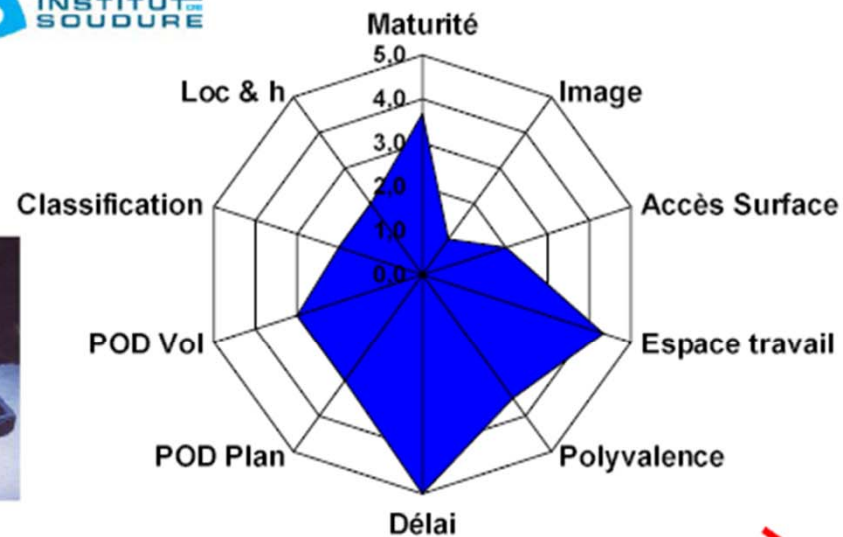
- ♦ Pas d'image
- ♦ Limités à l'acier carbone (à valider sur acier austénitique & duplex)
- ♦ Standard API des accessoires de tuyauterie : partie droite insuffisante pour application coude, piquage ...
- ♦ Limitation des normes à  $e \geq 8$  mm
- ♦ Difficulté pour classifier de manière fiable les indications en racine
- ♦ \*Ratio largeur du cordon/e

*\*doit être < 5 pour faible épaisseur*

Equipement	Consommable	Cadence
<	<	=



ET  
conventionnel



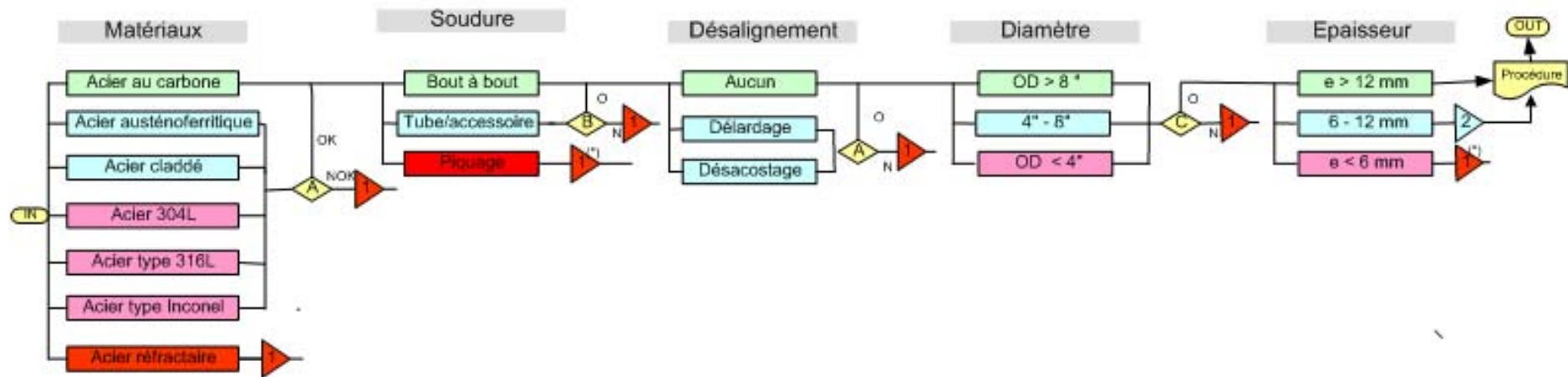
### Les freins à la transposition

- ♦ Pas d'image
- ♦ Limités aux aciers austénitiques non magnétiques jusqu'à  $e \leq 5$  mm
- ♦ Applicable sur acier carbone mais avec bobine de saturation (technique moins sensible)
- ♦ Sensible aux vagues de solidification
- ♦ Pas de critères d'acceptation
- ♦ Peu de personnels qualifiés pour l'examen des soudures



Equipement	Consommable	Cadence
<	<	>

# Synoptique TOFD



**Notes :**

- A) Evaluation sur maquettes représentatives
- B) longueur droite suffisante comparée au PCS requis
- C) Existence d'un scanner adapté aux caractéristiques géométriques et à l'environnement.

OK : condition satisfaisante  
 NOK : condition non satisfaisante  
 O: Oui N : Non

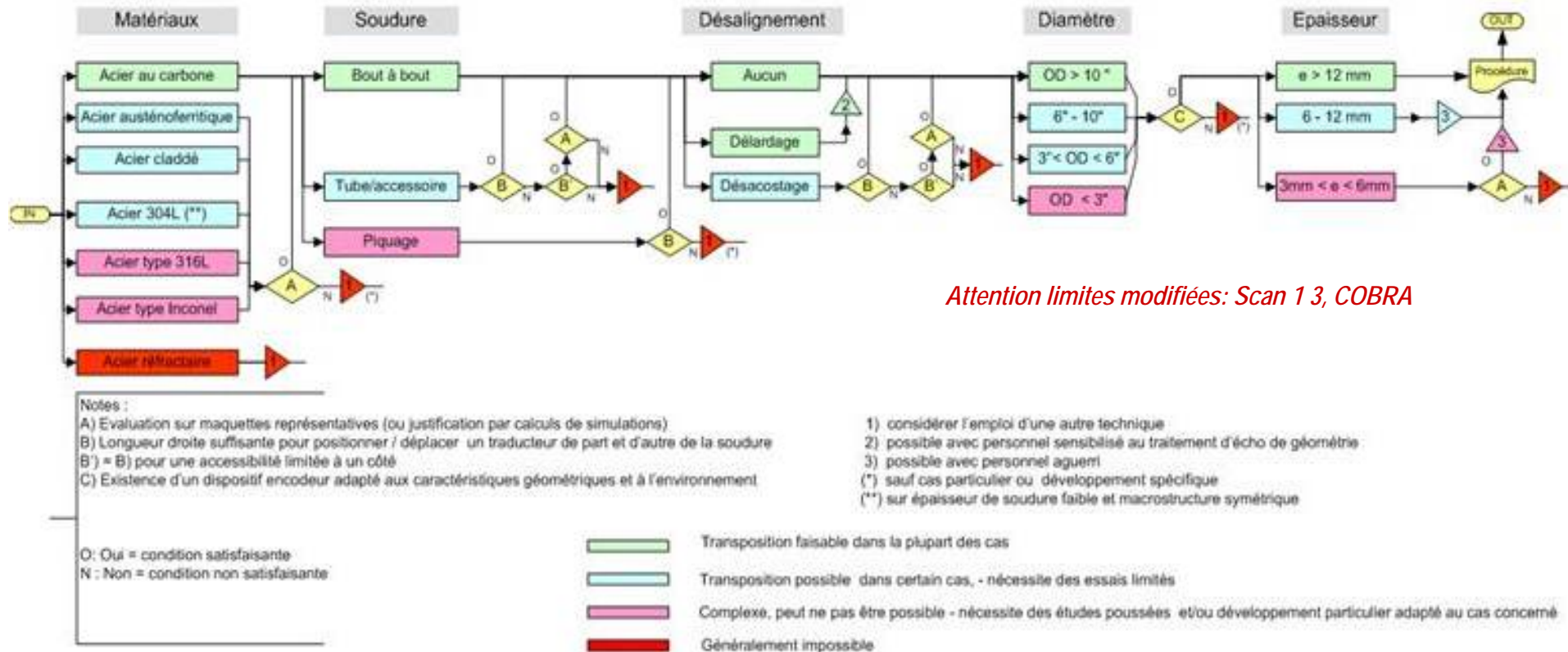
- 1) considérer l'emploi d'une autre technique
- 2) possible avec personnel aguerri
- (\*) sauf cas particulier ou développement spécifique

- Transposition faisable dans la plupart des cas
- Transposition possible dans certain cas, - nécessite des essais limités
- Complexe, peut ne pas être possible - nécessite des études poussées et/ou développement particulier adapté au cas concerné
- Généralement impossible

# Synoptique Phased array



## UT multi éléments pour le contrôle de soudures de tuyauteries

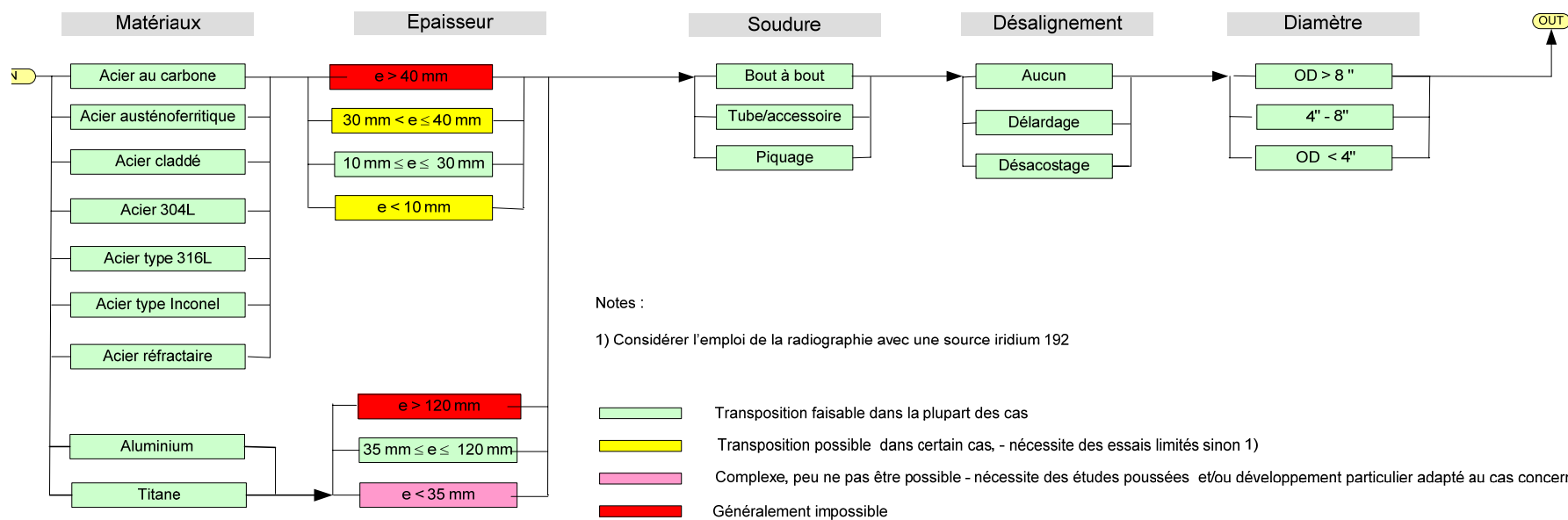


Attention limites modifiées: Scan 1 3, COBRA

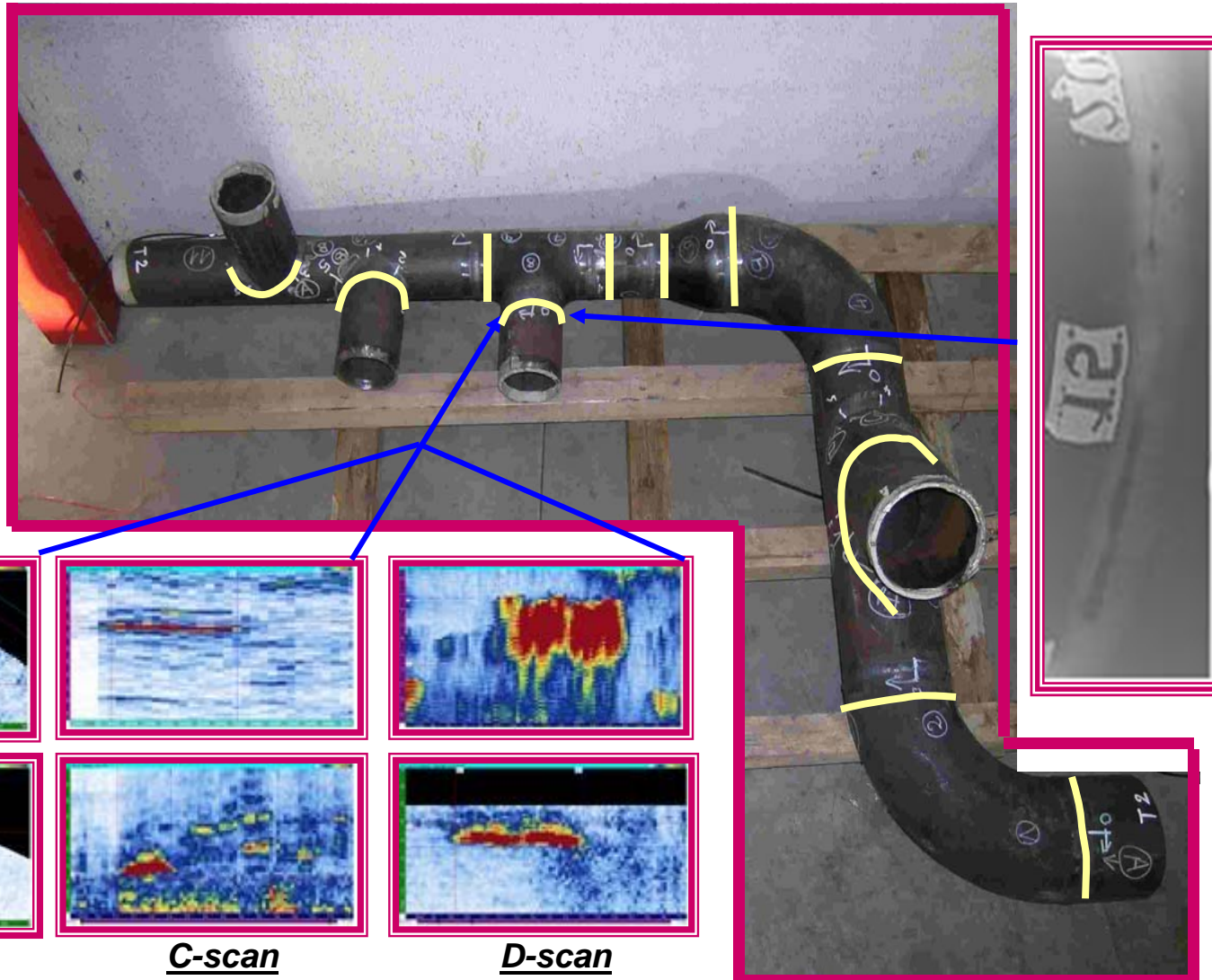
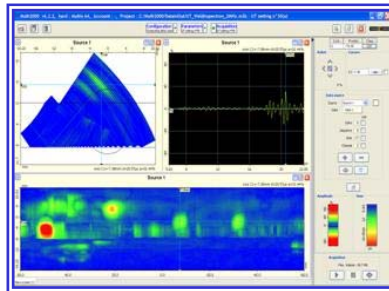
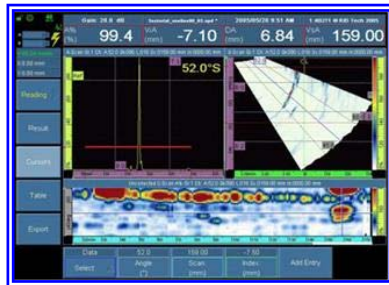
# Synoptique Sélénium



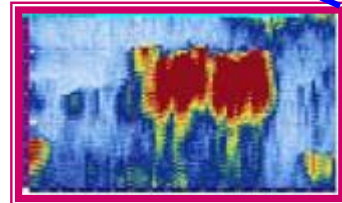
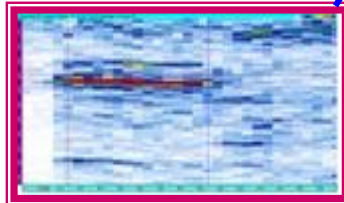
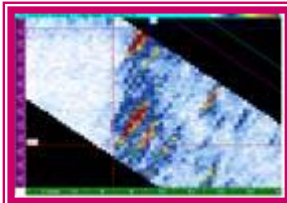
## Radiographie avec sélénium 75 pour contrôle soudures de tuyauteries



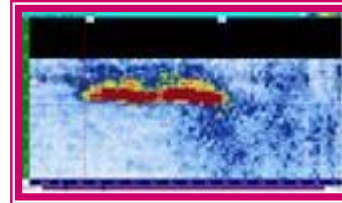
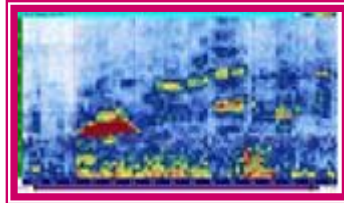
# Images obtenues en multiéléments et bilan



**E-scan**

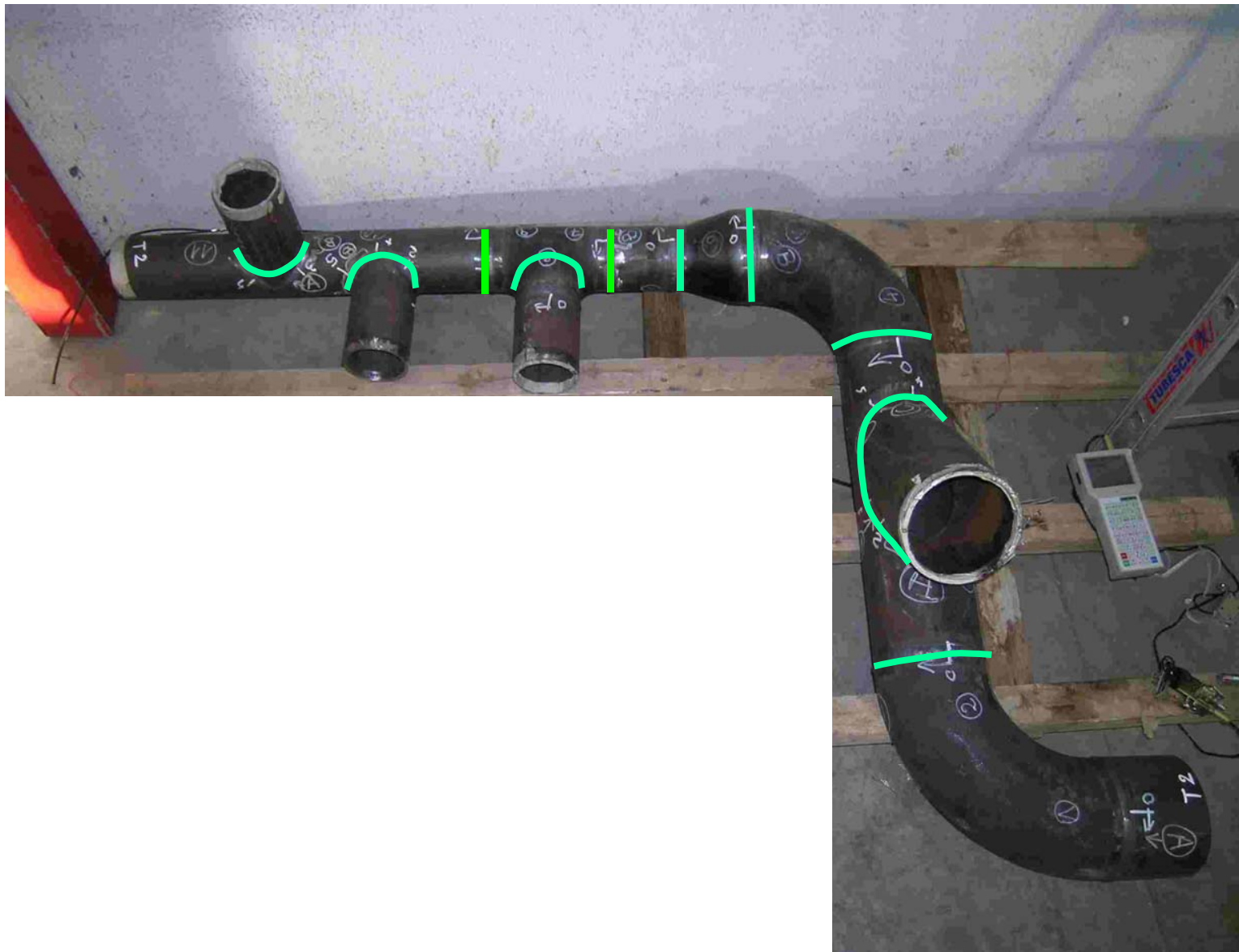


**S-scan**



**C-scan**

**D-scan**





## Au niveau de l'administration française

- **A1)** : Il est vivement souhaitable de définir une position commune et cohérente de tous les acteurs de l'administration française (ASN, DRIRE, CRAM .....) concernés par le problème de la substitution de la gammagraphie en particulier dans un contexte réglementaire. Dans ce dernier cas, cette position devra être définie en concertation avec les organismes habilités et/ou notifiés (Organisme Habilité, Organisme Inspection Utilisateur, Organisme Notifié).  
*OK ASN mais est ce vraiment traduit dans les faits?*
- **A2 )** : Il conviendrait d'augmenter et harmoniser pour le sélénium les valeurs d'activité autorisées pour le stockage des sources et les entrées sur site industriel et rédiger une note officielle vis-à-vis des CHSCT des entreprises expliquant l'intérêt du sélénium en terme de radioprotection par rapport à l'Iridium.  
*OK pour appui ASN – pas traduit dans les faits*
- **A 3)** : Il est souhaitable d'accélérer et faciliter les procédures d'homologation de nouvelles techniques et équipements exploitant les rayonnements X.  
*NOK pour appui ASN*
- **A4)** : Il serait judicieux de faciliter, inciter et soutenir financièrement (type crédit d'impôt) tout effort de développement des techniques de substitution de la gammagraphie à l'Iridium 192 depuis les phases de RDI jusqu'au déploiement sur le terrain.  
*On peut rêver!*



## Au niveau des industriels et des organisations professionnelles

- B1) : Il conviendrait d'introduire l'emploi du Sélénium 75 et/ou d'en préciser les conditions de mise en œuvre dans les codes de construction Français et spécifications des donneurs d'ordre. La limite basse autorisée devrait être ramenée à 5 mm d'épaisseur traversée. Il faudrait permettre l'emploi du sélénium 75 sans requérir un accroissement des qualités d'images actuellement obtenues en Iridium 192 et considérer la possibilité d'emploi de films plus rapides.

*Guide IS/CETIM/AFIAP/COFREND publié – personne ne l'utilise!*

- B2) : Il serait judicieux de faire évoluer les dimensions des accessoires standards (té, coude...) disposant d'une partie droite plus grande de façon à autoriser un dégagement latéral suffisant pour le contrôle ultrasonore. Cette voie est à considérer tout particulièrement pour les soudures de montage qui se retrouvent fréquemment sur le chemin critique du planning d'un projet d'envergure.

*Possible sur soudure critique – La France ne pourra pas faire bouger toute seule l'API*

- B3) : Il conviendrait de rédiger et/ou définir les documents de référence à employer pour contrôler en fabrication les soudures par technique multiéléments et par rayonnements ionisants sans film sans attendre l'édition des documents européens en s'appuyant par exemple sur les documents ALTER-X IS RD12-RT22 et IS RD12-RT23.

*La norme Européenne est publiée – non transcrite dans les codes*

- B4) : Il conviendrait d'introduire des critères d'acceptation adaptés aux possibilités du TOFD (EN 15617, Critères GRTgaz ....) dans les spécifications des donneurs d'ordre et les codes de constructions français.

*Le CODAP a enfin pris en compte les critères TOFD*

- B5) : Il conviendrait d'introduire dans les codes de construction français la possibilité et les conditions d'emploi des techniques alternatives (en s'appuyant par exemple sur le document ALTER-X IS RD12-RT20)

*Guide IS/CETIM/AFIAP/COFREND publié – personne ne l'utilise!*

- B6) : Il conviendrait de favoriser l'aide au déploiement par des ingénieries de développement vers les utilisateurs ne disposant pas de moyens internes suffisants (notamment les PME)



## Au niveau de la COFREND et TC 138

- **C1) : Il est urgent de mettre en place un système de formation/qualification des opérateurs TOFD basé sur les recommandations du projet TOFDPROOF.**

*Action IS "Oil & gaz " achevée : ISUS319.22 – Action COFREND réalisée*

- **C2) : Il conviendrait de mettre également en place un système de formation/qualification des opérateurs chargé de la mise en œuvre de la technique multiéléments en cohérence avec celui qui serait mis en place pour le TOFD.**

*À lancer au niveau COFREND ?*



## Au niveau de l'AFNOR & du TC121

- **D1) : Il conviendrait de voter un « work item » visant à définir des critères d'acceptation pour le contrôle des soudures par méthode ET.**

*Action AFNOR/UNM/IS/COFREND lancée Pr XP A89-531*

*Peu d'intérêt de l'industrie française – action suspendue – en attente de l'évolution de l'EN1711*



## Au niveau des constructeurs d'équipements

- **E1)** : Il conviendrait de réduire les délais d'approvisionnement du sélénium 75
- **E2)** : Il serait appréciable de développer des solutions industrielles facilitant la mise en œuvre des techniques ultrasonores (pour le contrôle des géométries complexes, petits diamètres/faibles épaisseur ...).

**(piquage, réduction, ....)**

petits diamètres/faibles épaisseur ...:OK Scan13 – COBRA ...

- **E3)** : Il conviendrait de développer des plaques images robustes de qualité IPB alliant qualité d'image et réduction de l'exposition  
( Plaques + radioélément = qualité d'image généralement insuffisante)  
( Plaques + RX= qualité d'image pouvant être satisfaisante)

# Synthèse codes et normes



EN ISO 5817 Spécifie des niveaux de qualité			
EN 12062 (EN ISO 17635) : Spécifie comment relier les niveaux de qualité aux niveaux de contrôle et d'acceptation des normes CND			
CND général TC 138	CND soudures Méthodologie TC 121	Niveaux d'acceptation soudures - TC 121	Exemples de requêtes complémentaires du TC 54
VT : EN 13018	EN 970 (EN ISO 17637)	EN ISO 5817	Caractérisation et niveaux d'acceptation basés sur Niveau C EN ISO 5817 & prescriptions complémentaires
RT: EN 444 (film)	EN 1435 (EN ISO 17636-1)	EN 12517 (EN ISO 10675-1 & 2)	• EN 1435- class B Caractérisation et niveaux d'acceptation basés sur Niveau 2 & tableau 6.6.4.1
UT: EN 583-1	EN 1714 (EN ISO 17640)	EN 1712 (EN ISO 11666)	Caractérisation basée sur EN 1713* (EN ISO 23279) Pas de défaut plan EN 1712 – Niveau 2
PT: EN 571-1	EN 571-1 (EN ISO 3452-1)	EN 1289 (EN ISO 23277)	EN 1289 – Niveau 2X (EN ISO 23277)
MT: EN ISO 9934-1	EN 1290 (EN ISO 17638)	EN 1291 (EN ISO 23278)	EN 1291 – Niveau 2X (EN ISO 23278)
TOFD : ENV 583-6	EN 14751 (EN ISO 10863)	EN 15617 (EN ISO 15626)	OK CODAP EN 13445 UTD
Phased array	EN ISO 13588	À venir peut être mais dans l'attente passerelle possible avec normes existantes	EN 13445 UTD

Tableau 6.6.3-2 — Choix de la méthode de contrôle non destructif <sup>a</sup> pour la détection des défauts internes dans les joints à pleine pénétration, conformément à l'EN 12062:1997, Tableau 3

Matériau et type de joint	Épaisseur nominale du matériau de base (e en mm)			
	$e \leq 8$	$8 < e \leq 40$	$40 < e \leq 100$	$e > 100$
Ferritique Joints bout à bout	RT	RT ou UT ou UT <sub>D</sub>	UT <sup>b</sup> ou UT <sub>D</sub> ou (RT)	UT <sub>D</sub> <sup>b</sup>
Ferritique Joints en T	UT <sub>D</sub> ou RT	UT ou (RT) ou UT <sub>D</sub>	UT ou (UT <sub>D</sub> ) ou (RT)	UT <sub>D</sub>
Inoxydable austénitique et ferritique (duplex) Joints bout à bout	RT	RT ou (UT <sub>D</sub> )	RT ou UT <sub>D</sub> <sup>b</sup>	UT <sub>D</sub> <sup>b</sup>
Inoxydable austénitique et ferritique (duplex) Joints en T	UT <sub>D</sub> ou RT	UT <sub>D</sub> ou RT	UT <sub>D</sub> ou RT	UT <sub>D</sub>

<sup>a</sup> - RT et UT signifient contrôles par radiographie ou par ultrasons conformément aux normes mentionnées au Tableau 6.6.2-1.

<sup>b</sup> - UT<sub>D</sub> se réfère à la Classe D de l'EN 1714:1997 et peut s'appliquer à toutes les sortes de contrôles par ultrasons, comme le contrôle mécanisé ou l'utilisation de sondes bi-éléments. Ceci requiert des procédures écrites particulières pour les paramètres de contrôle et les critères d'acceptation et doit respecter le niveau de qualité C de l'EN ISO 5817:2007.

<sup>c</sup> - Pour  $e \geq 60$  mm UT doit inclure un examen des imperfections perpendiculairement à la surface conformément à l'EN 583-4:2002.

Le choix indiqué dans le Tableau 6.6.3-2 est basé sur la méthode la plus adaptée à l'application concernée en fonction du matériau et de l'épaisseur. Il est possible qu'un autre facteur important comme la géométrie du joint, la sensibilité du matériau à la fissuration pour le procédé de soudage puisse avoir une influence déterminante pour un choix différent de celui du Tableau 6.6.3-2. Le fabricant doit indiquer la base sur laquelle est fondé un tel choix.

# Synthèse codes et normes



	EN	ISO	ASME VIII	CODAP 2010	RCCM
TOFD	✓	✓	✓	✓	En cours
Phased array	✓	✓	✓	✓	?
Se 75	✓	✓	✓	✓	En cours
CR	✓	✓	✓	✓	?

