

THÉMATIQUE « SUIVI EN SERVICE DES CUVES »

SYNTHÈSE DES QUESTIONS DE LA SOCIÉTÉ CIVILE

- Par Coralie Pineau (ANCCLI)

+ L'EXAMEN DE LA CUVE, L'ANOMALIE, LES DÉFAUTS, LES FISSURES

- Comment est effectué l'examen de la cuve ? Y-a-t'il des contrôles réguliers des cuves ?
- Pourquoi la mise en évidence de défauts se fait-elle uniquement dans la zone cœur ?
- Les cuves souffrent-elles d'anomalies et de défauts de fabrication de fissures anciennes dans leur acier ? et comment sont-ils détectés ?
- Les cuves des réacteurs (matériels non remplaçables) présentent des fissures (Défauts Sous Revêtement) qui sont contrôlées ; l'IRSN nous dit que ces DSR « dorment tranquillement » et que « nous les laissons dormir en les surveillant sans les chatouiller ». Est-ce suffisant ?
- Comment s'effectue la lecture des radiographies et la comparaison avec les précédentes analyses ? Est-ce rendu difficile par les changements de méthodes ?
- Quelle prise en compte des incertitudes de mesures dans les dimensions des défauts détectés ?
- Avant d'envisager un prolongement d'exploitation jusqu'à 50 ou 60 ans, serait-il possible d'analyser l'état actuel des réacteurs, en particulier celui du réacteur n° 1 de la centrale du Tricastin ? (la cuve de Tricastin 1 comporte 17 fissures alors qu'elle ne peut pas être remplacée)
- Ne pourrait-on pas, en parallèle du « fonctionnement en mode dégradé » améliorer le préchauffage des cuves ?
- Quels contrôles seraient effectués à « 45 ans », comme demandé par la loi pour la transition énergétique pour la croissance verte ? (*cf. article 126-III « Cinq ans après la remise du rapport de réexamen, l'exploitant remet un rapport intermédiaire sur l'état de ces équipements [importants pour la sûreté], au vu duquel l'Autorité de sûreté nucléaire complète éventuellement ses prescriptions »*)
- Quels sont les critères d'arrêt définitif (nombre de défaut, nature du défaut, taille d'une fissure...) d'utilisation de la cuve d'un réacteur ?

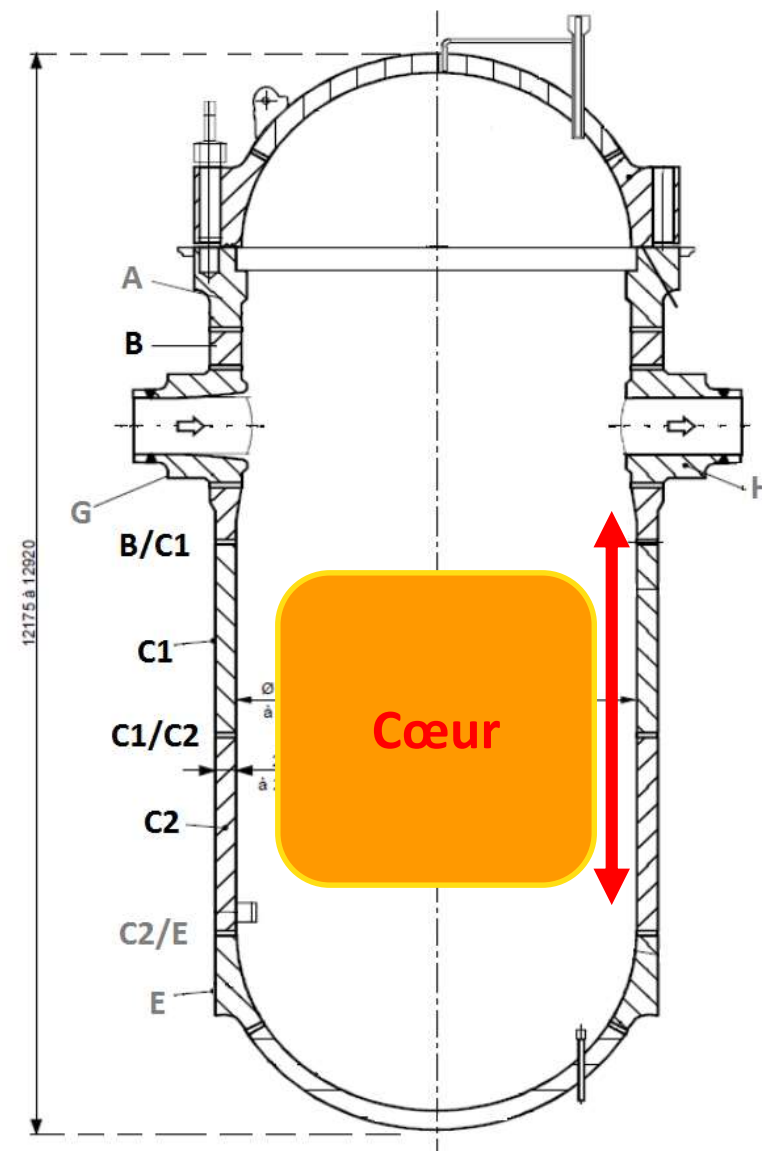
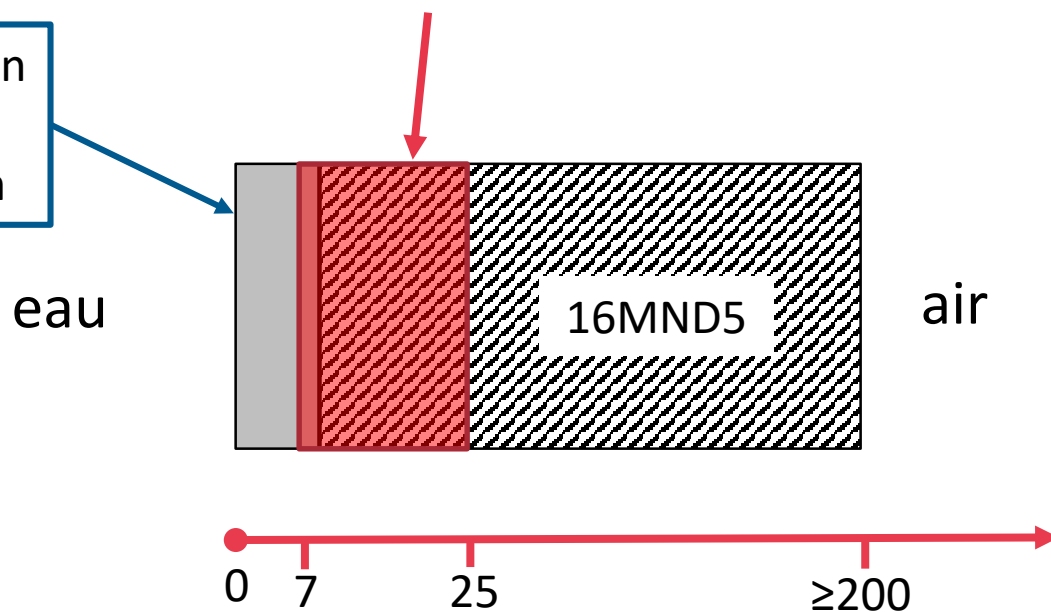
PROBLÉMATIQUE ET TERMES UTILISÉS

- Par Thierry SOLLIER (IRSN)

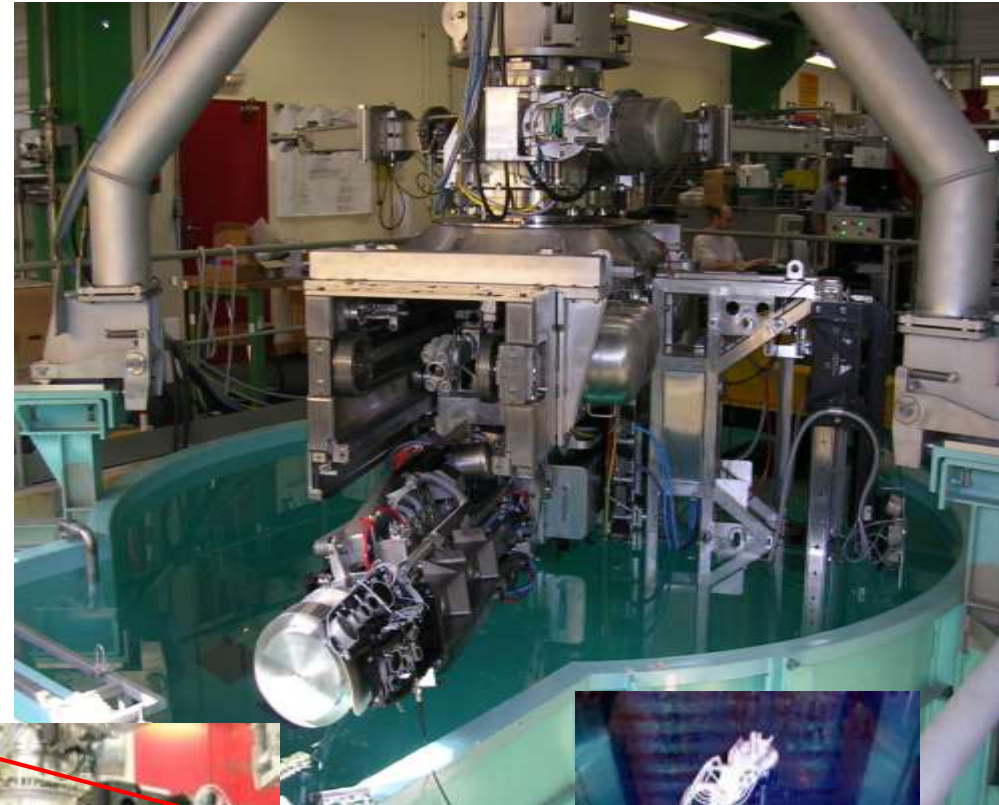
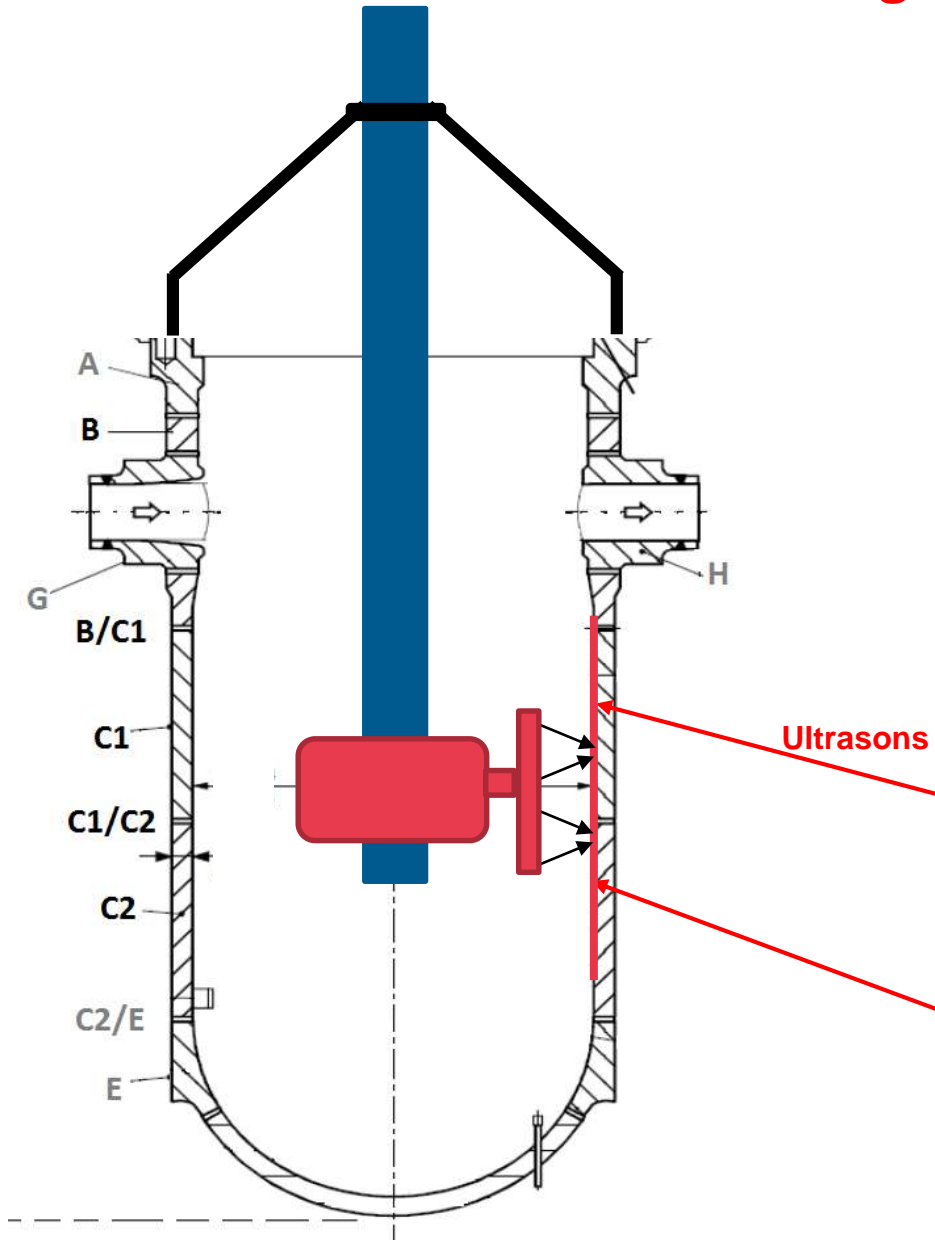
Suivi en service de la zone de cœur des cuves : **Périmètre**

- Zone soumise à une fluence $> 10^{18}$ n/cm² pour les neutrons d'énergie supérieure à 1 MeV
 - sur toute la circonférence
 - sur une tranche en profondeur de 7 à 25 mm

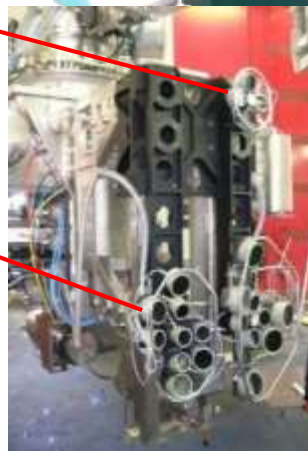
Revêtement inox en
2 couches
 $7,5 \leq e \leq 12,5$ mm



Suivi en service des cuves : **Outillage** → **Machine d'inspection en service (MIS)**

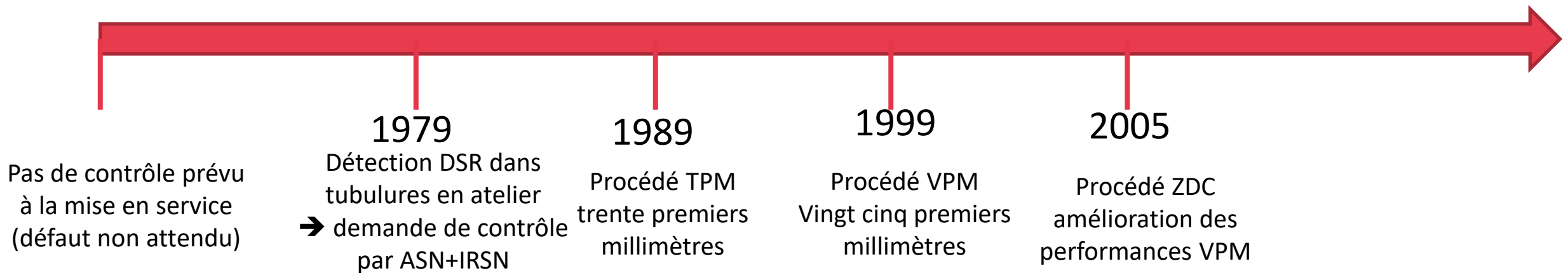


Images INTERCONTROLE ©



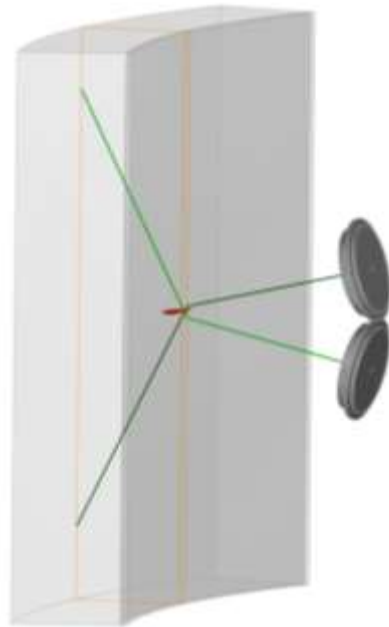
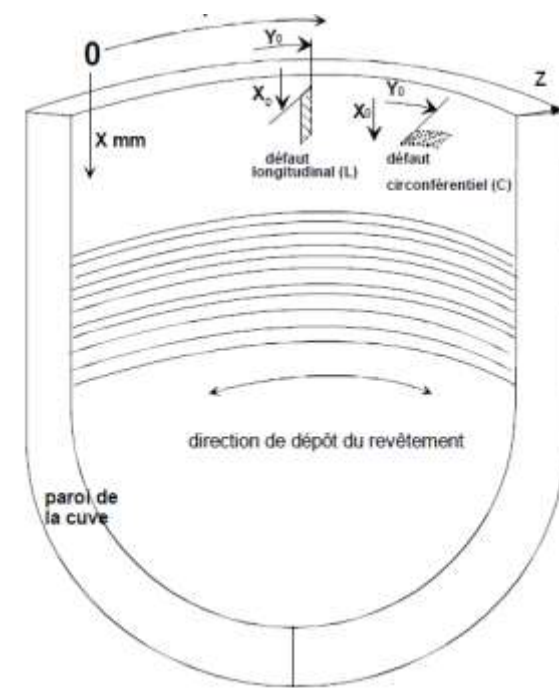
Suivi en service de la zone de cœur : **Fréquence**

- Contrôle de la cuve en visite décennale (VD)
- Pour la cuve de Tricastin 1 : contrôle Zone de cœur (ZDC) tous les 5 ans environ
 - Visite décennale (VD)
 - Visite approfondie (VD+5)
- Evolution du procédé de contrôle
 - Des évolutions pour détecter des défauts plus petits et mieux prendre en compte le revêtement
 - procédé 1999 VPM → hauteur du plus petit défaut détectable : 6 mm
 - procédé 2005 ZDC → hauteur du plus petit défaut détectable : 5 mm
 - Procédé actuel : ZDC qualifié depuis 2005 (dossier de justification technique des performances revendiquées)

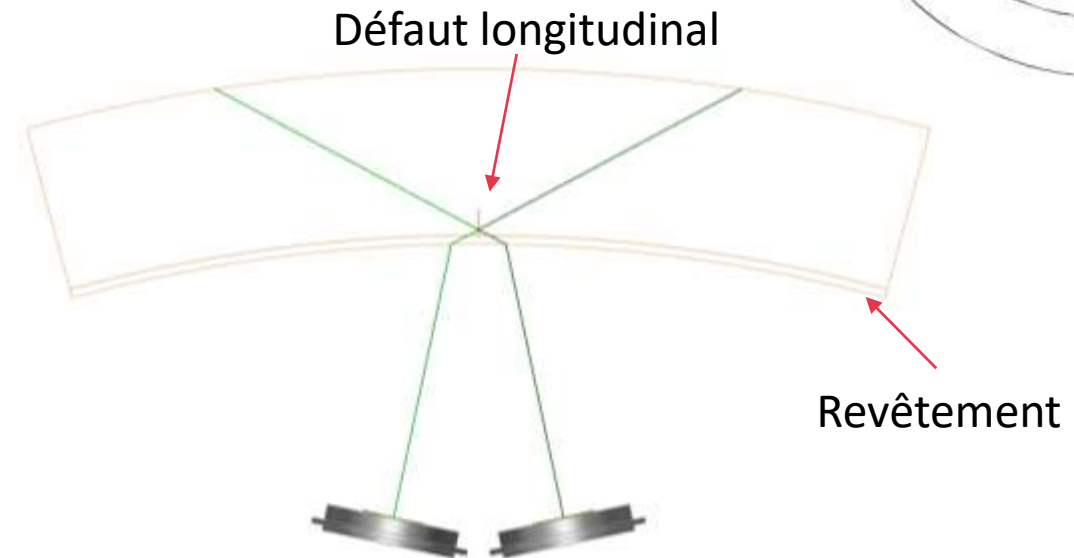


Contrôle de la zone de cœur : Méthode de contrôle

- Contrôle par ultrasons en ondes inclinées (environ 60°)
- Contrôle suivant 4 directions (X+, X-, Y+, Y-)
 - Capacité de détection de défauts plan d'orientation
 - longitudinale : Défaut sous revêtement (DSR)
 - Circumférentielle : Défaut technologique de soudage (DTS)



Tirs X+ X- pour défaut d'orientation circumférentielle
(schéma de principe)



Tirs Y+ Y- pour défaut d'orientation longitudinale
(schéma de principe)

Contrôle de la zone de cœur : Performances des contrôles (procédé qualifié)

Zone d'examen

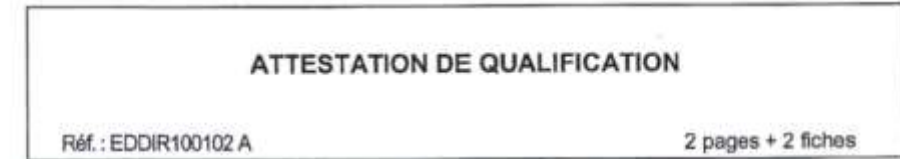
- 360°
- Altimétrie : 3320 à 7400 mm (origine : plan de bride)
- Profondeur : tranche de 7 à 25 mm depuis l'interface eau/revêtement

Performances en détection

- Seuil de notation : hauteur ≥ 3 mm et longueur ≥ 15 mm
- Garantie de détection d'un défaut plan, perpendiculaire à la surface, d'orientation longitudinale ou circonférentielle, d'une hauteur supérieure ou égale à 5 mm et d'une longueur supérieure ou égale à 25 mm
- Détection d'éventuels défauts d'accrochage du revêtement sur le métal de base de dimensions 12 x 12 mm

Performances en caractérisation

- Précision de la mesure d'épaisseur du revêtement : $\pm 0,5$ mm
- Précision de caractérisation des défauts plans:
 - Hauteur : ± 2 mm
 - Longueur : ± 5 mm



Le Président de la Commission de Qualification des Essais Non Destructifs atteste que les applications :
« Examen par ultrasons de la zone de cœur de la cuve - Centrales REP 900 et 1300 MWe »
mises en œuvre par AREVA / INTERCONTROLE, sont qualifiées (qualifications de type spécifique et général).

DOSSIER D'EDF

- Par Nicolas JARDIN (EDF)

- Les zones de cœur des cuves sont contrôlées tous les 10 ans sauf Tricastin 1 qui est contrôlée tous les 5 ans (tête de série)
- Le procédé utilisé est le procédé « Zone de Cœur » (ZDC), qualifié selon l'Arrêté d'Exploitation et mis en œuvre avec la Machine d'Inspection en Service (MIS)
- Il garantit la détection d'un défaut de 5 x 25 mm, sous le revêtement, dans les viroles et soudures de cœur, selon les orientations longitudinale et circonférentielle
 - La zone sous revêtement est la zone la plus irradiée et la plus sensible à la formation de défauts
- Résultats des premières VD4 (TRI1, BUG2, BUG4, TRI2, DAM1) :
 - Pas de nouvelle indication détectée
 - Pas d'évolution des indications détectées
- Le dossier de justification vérifie en toute situation la tenue à la rupture brutale des défauts génériques et des éventuels défauts détectés (TRI1, SLB1&2, BLA2 et BUG5)

PRINCIPAUX SUJETS AYANT FAIT L'OBJET D'UNE EXPERTISE TECHNIQUE ET CONCLUSIONS TIRÉES

- Par Thierry SOLLIER (IRSN)

Contrôle de la zone de cœur : Défaits détectés et suivis

- Derniers contrôles ZDC réalisés :
 - en VD4 pour Tricastin 1, Bugey 2 et Bugey 4
 - en VD3 pour les autres réacteurs de 900 MWe
- Bilan des défauts plans de la zone de cœur des cuves de 900 MWe

VD3 : 3^{ème} visite décennale
(environ 30 années
d'exploitation)

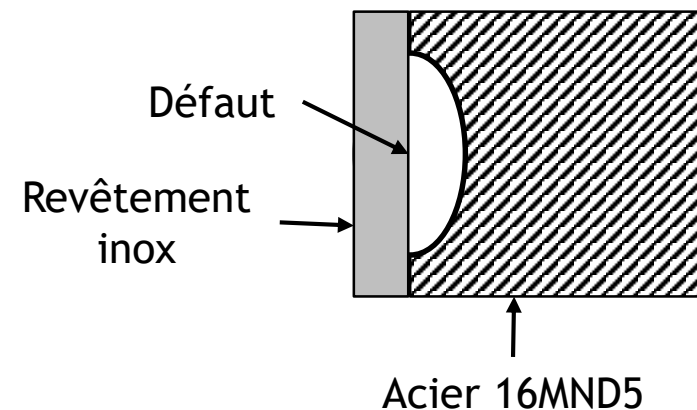
VD4 : 4^{ème} visite décennale

	Virole C1	Virole C2	Joint soudé
Blayais 2			2 DTS
Bugey 5			2 DTS
Saint-Laurent B1		1 DSR	
Saint-Laurent B2		1 DSR	
Tricastin 1	20 DSR		

Pas d'évolution du nombre
et de la taille des défauts,
en particulier pour la cuve
de Tricastin 1

Conclusion

- Les performances du procédé de contrôle qualifié ZDC revendiquées par EDF n'appellent pas de remarque de la part de l'IRSN
- EDF s'est engagé à statuer sur l'absence d'évolution significative des défauts avérés par rapport à ceux observés lors des contrôles réalisés en troisième visite décennale (et tous les 5 ans pour Tricastin 1)
 - Cet engagement est jugé satisfaisant par l'IRSN
 - Aucune évolution des DSR n'a été observée en 2019 lors de la VD4 de Tricastin 1
- Le suivi en service des cuves fournit des données d'entrée pour les études mécaniques :
 - Seuil de notation : hauteur ≥ 3 mm
 - **Aucun défaut détecté : un défaut générique** semi-elliptique perpendiculaire à la paroi **est postulé**
 - **Hauteur : 5 mm, longueur 25 mm**
 - **Un ou plusieurs défauts sont détectés** : étude mécanique spécifique en majorant les dimensions évaluées des défauts par les incertitudes
 - **Hauteur : mesurée + 2 mm**
 - **Longueur : mesurée + 5 mm**
 - l'épaisseur mesurée du revêtement au droit des défauts est minimisée en tenant compte des incertitudes : mesurée - 0,5 mm



Suivi en service de la cuve : **Questions ?**

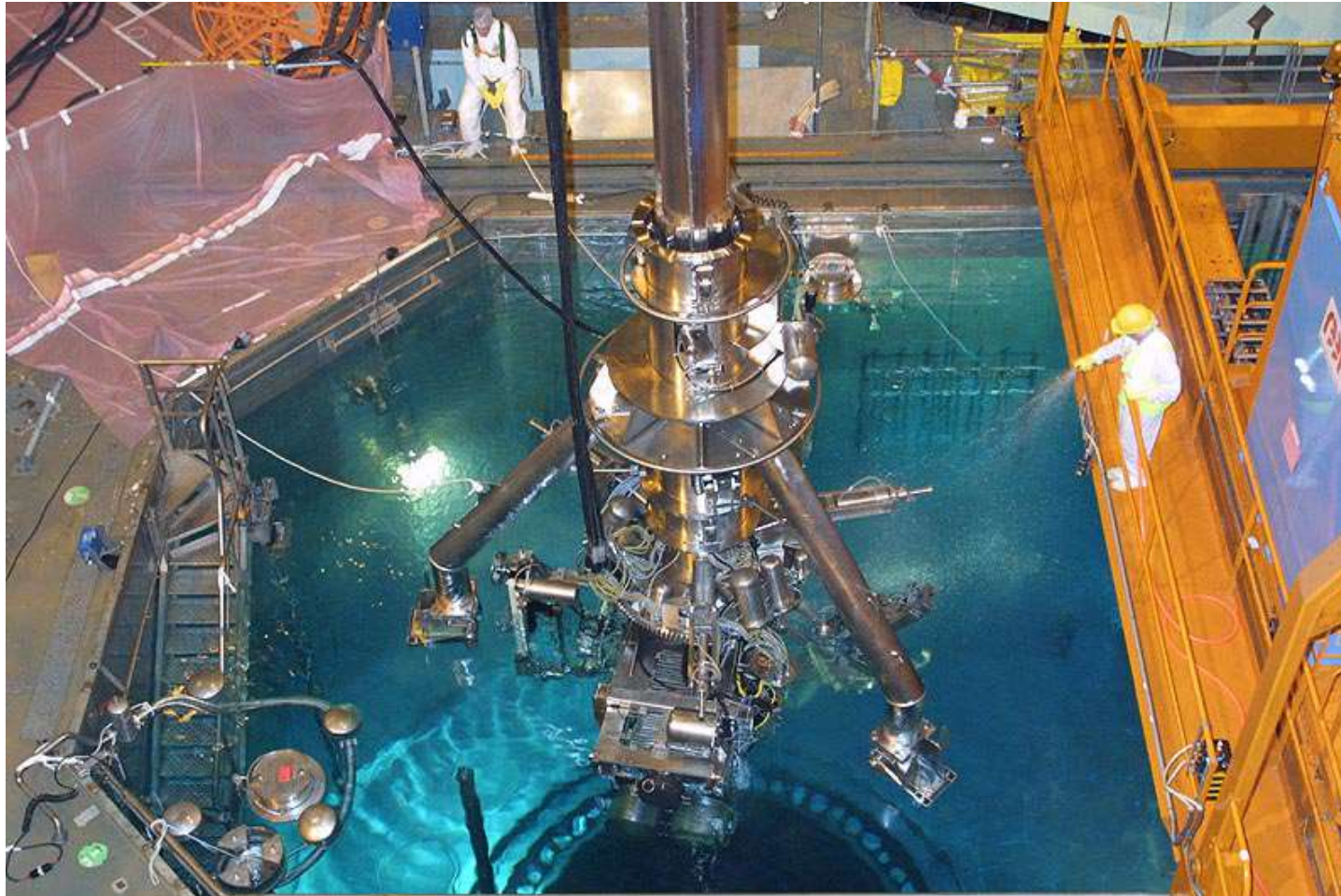


Image INTERCONTROLE ©

[TERMES UTILISÉS

- VD3 : troisième visite décennale (30 années d'exploitation environ)
- ZDC : Zone de cœur et actuel nom du procédé de contrôle en service
- DSR : Défaut sous revêtement
- DTS : Défaut technologique de soudage
- UT : Technique de contrôle par ultrasons
- MIS : Machine d'inspection en service
- VA : Visite approfondie entre 2 VD à partir de la VD3