

**Séminaire**  
**Sciences du Démantèlement des Installations Nucléaires**



**Retour d'expérience international**

**J. BOUCAU**  
**Director, D&D Business Development**

**9 octobre, 2014**

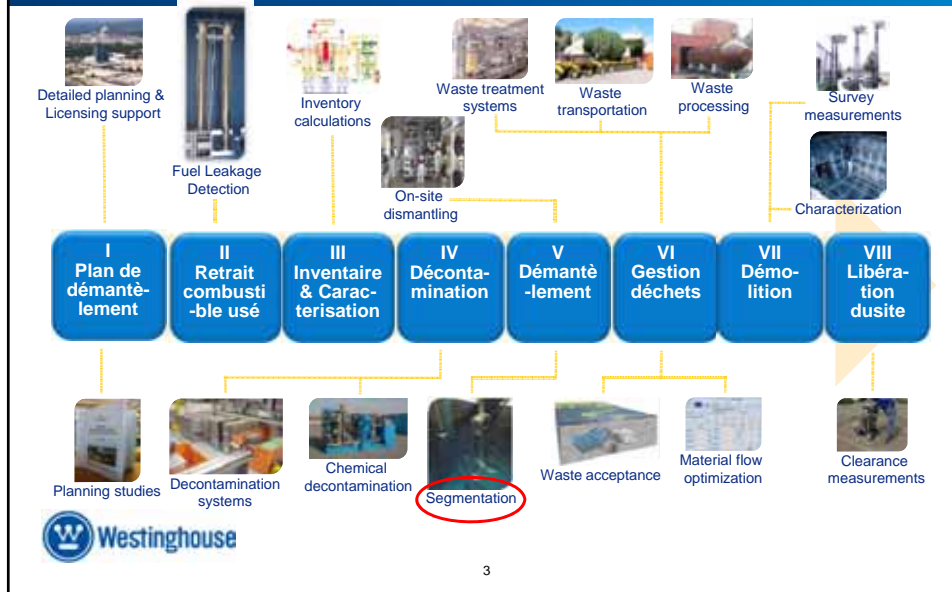


**Agenda**

- Historique
- Techniques de découpe
  - REX
  - Avantages & inconvénients
- Conclusion
- Questions



## Clé en main ... de l'arrêt définitif au retour du site à l'origine



3

## Découpe d'internes de réacteurs

- Westinghouse a été impliqué dans le domaine du démantèlement d'internes de réacteurs depuis 30 ans.
- Durant cette période, Westinghouse a continuellement investi dans l'amélioration des technologies existantes.
- Westinghouse a surtout développé les techniques de découpe mécanique d'internes de cuve durant les dix dernières années.
- Westinghouse se focalise essentiellement sur des solutions pragmatiques visant à minimiser les risques et coûts des projets.

4

# Aperçu de l'expérience en découpe d'internes de réacteurs

- Management projet, conception, plan de découpe et de colisage, développement outillage, suivi fabrication, qualification, travaux sur site

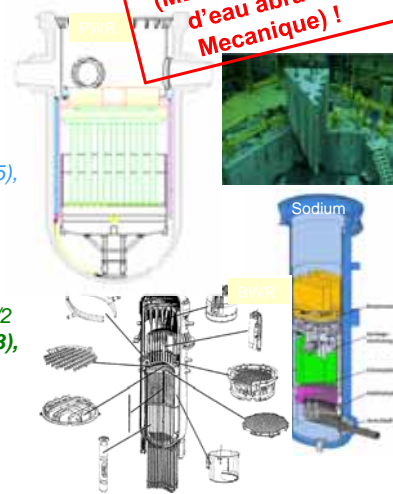
- Références

- > Fort St Vrain (1990)

- > TMI 2 (1985), Yankee Rowe (1992), Trojan (1995), Qinshan, Connecticut Yankee (1995), San Onofre (2001), Chooz A (2010), Zorita (2011 & 2013) !

- > Shoreham (1991), Fukushima Daiichi 2 (1999), Big Rock Point (2002), Forsmark 1/2/3 (2000-2012), Oskarshamn 1/2/3 (2003-2013), Olkiluoto 1/2 (2004-2012), Grand Gulf (2012), Mülheberg (2013), Peach Bottom (2014)!

- > KNK (2001)



**30 ans d'expérience (MDM, Plasma, Jet d'eau abrasif, Mécanique) !**

## Découpe Torche Plasma



## Découpe à la torche plasma - Références

- Three Mile Island 2 (REP) [1986- 1989]
  - Démantèlement de la plaque support du coeur
- Fort St. Vrain (HTGR) [1990-1992]
  - Découpe des internes supérieurs
- Shoreham (REB) [1991-1993]
  - Découpe des internes
- Yankee Rowe (REP) [1992-1994]
  - Découpe des internes
- Connecticut Yankee (REP) [1991]
  - Découpe de l'écran thermique



## Torche Plasma: Avantages & inconvénients

- + Découpe efficace jusque 10 cm d'épaisseur
- + Très efficace comparée à d'autres méthodes
- + Découpe précise, seulement limitée par l'équipement support
- Découpe plasma conduit à la production de débris abondants
- La grande vitesse du jet rend impossible la collecte des débris à la source
- Les gaz et aérosols relâchés par le processus doivent être collectés et filtrés; risque de contamination
- **De fines particules hautement radioactives sont envoyées vers la surface de l'eau par la turbulence des gaz relâchés. Un débit de dose élevé apparaît en bord de piscine et les parois deviennent contaminées.**



## Découpe à la torche plasma - Yankee Rowe



Station de découpe de la virole du cœur



Cloisonnement du cœur (baffle)



## Découpe au jet d'eau abrasif



## Jet d'eau abrasif - Références

- Trojan (REP) [1995-1996]
  - Retrait de la cuve avec internes intacts
- Connecticut Yankee (REP) [1999-2002]
  - Découpe des internes
- SONGS-1 (REP) [2001-2002]
  - Découpe des internes



11

## Jet d'eau abrasif

*Configuration typique pour applications sous eau*



*Pont avec manipulateur*



12

## Jet d'eau abrasif: Avantages & inconvénients

- + Découpe efficace jusque 30 cm d'épaisseur
- + Pas de dégagements gazeux
- + Trait de coupe très fin conduisant à un enlèvement minimum de matière
- + Découpe très précise
- Découpe plus lente que la torche plasma, mais plus rapide que la découpe mécanique
- Positionnement précis de l'injecteur par rapport à la pièce est requis
- Production élevée de déchets secondaires (matériau abrasif)
- Requiert des systèmes de collecte des débris et de filtration de l'eau onéreux



13

## Table de découpe et de récolte des débris - SONGS1



14

## Installation des équipements dans la piscine réacteur - SONGS1

Protection des parois "Duracote"

Plaques de protection en fond de piscine

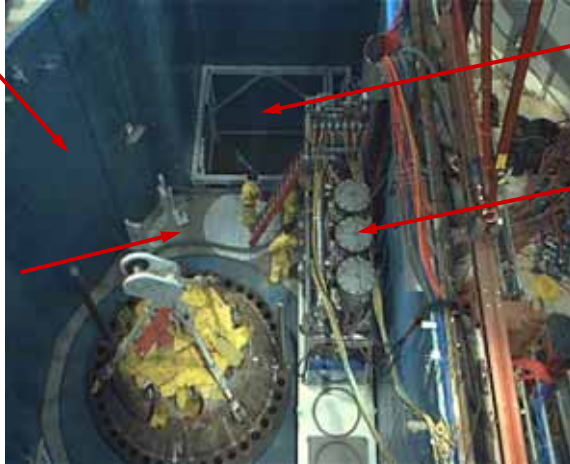


Table de découpe

Filtres à nettoyage à contre-courant



## Electro-Erosion (Metal Disintegration Machining – MDM)





## Electro-érosion - Références

- Yankee Rowe [1992-1994]
  - Enlèvement des vis de fixation des plaques de cloisonnement du cœur du réacteur (baffle bolts)
  - Désassemblage de la structure support du coeur
- Connecticut Yankee [1999-2002]
  - Enlèvement des vis de fixation des plaques de cloisonnement du cœur du réacteur (baffle bolts)
  - Désassemblage de la structure support du coeur
  - Retrait de l'écran thermique
  - Perçage de la virole du coeur pour manutention
- SONGS1 [2001-2002]
  - Enlèvement des vis de fixation des plaques de cloisonnement du cœur du réacteur (baffle bolts)
  - Désassemblage de la structure support du coeur
  - Perçage de la virole du coeur pour manutention



17

## MDM –Exemples d'outillages

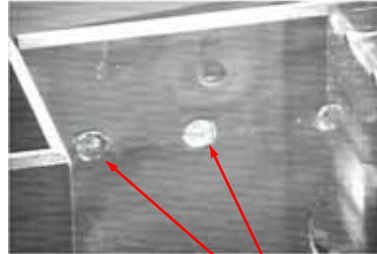


Tête MDM pour retrait multiple des vis de plaques de cloisonnement



18

## Vis de fixation des plaques de cloisonnement du cœur du réacteur (baffle bolts)- SONGS1



MDM Baffle Bolt



## MDM –Exemples d'outillages



Trous réalisés dans la  
virole du coeur et l'écran  
thermique à SONGS1  
pour lever les pièces



## MDM: avantages & inconvénients

- + Découpe rapide pour des petits travaux
- + Electrodes peuvent être conçues pour des travaux répétitifs
- + Peu de forces de réactions permettant l'utilisation d'outillage léger
- + Approche de la pièce à découper aisée: perches, pinces
- + Peu de déchets secondaires
- Dégagements gazeux doivent être collectés et filtrés
- Risques liés aux décharges électriques



## Découpe Mécanique



## Segmentation Internes Réacteur – Découpe mécanique

### Découpes réalisées

● Forsmark 2	Core Shroud	2000
● Forsmark 2	Core Support Grid	2000
● Forsmark 1	Core Shroud	2001
● Forsmark 1	Core Support Grid	2001
● Oskarshamn 2	Core Shroud Cover	2003
● Oskarshamn 2	Core Support Grid	2003
● Oskarshamn 2	Feed Water Spargers	2003
● Oskarshamn 2	Core Spray Riser Pipes	2003
● Oskarshamn 2	Test Channels	2003
● Oskarshamn 2	Core Shroud Cover	2004
● Oskarshamn 1	Core Support Grid	2004
● Oskarshamn 1	Core Spray Riser Pipes	2004
● Oskarshamn 1	Test Channels	2004
● Olkiluoto 2	Steam Separators, 19 pcs	2004
● Olkiluoto 2	Core Support Grid	2004
● Olkiluoto 2	Core Shroud Cover	2004
● Forsmark 3	Core Spray Piping & Support	2005
● Olkiluoto 1	Steam Separators, 19 pcs	2005
● Olkiluoto 1	Core Support Grid	2005
● Olkiluoto 1	Core Shroud Cover	2005

### Découpes réalisées

● Oskarshamn 3	Control Rod	2006
● Olkiluoto 1	Steam Dryer	2008
● Olkiluoto 1	Control Rod Shafts, 120pcs	2009
● Olkiluoto 2	Control Rod Shafts, 81pcs	2009
● Forsmark 3	Control Rod Shafts, 46pcs	2009
● Forsmark 2	Steam Dryer	2010
● Forsmark 2	Core Shroud Cover	2010
● Forsmark 3	Control Rod Shafts, 62pcs	2010
● Forsmark 1	Steam Dryer	2011
● Forsmark 1	Core Shroud Cover	2011
● Forsmark 3	Core Shroud Cover	2012
● Grand Gulf	Steam Dryer	2012
● Olkiluoto 2	Steam Dryer	2013
● Oskarshamn 3	Control Rod Shafts, 27 pcs	2013
● Studsvik R2	Iodine Rigs	2013
● José Cabrera	Upper & Lower Internals	2013
● Oskarshamn 3	Core Shroud Cover	2013

### Découpes sous contrat

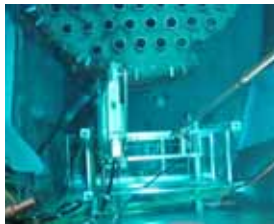
● Oskarshamn 3	Steam Dryer	2014
● Peach Bottom	Steam Dryer	2014
● José Cabrera	RPV	2014
● Mühleberg	Fuel channels	2014
● Chooz A	RPV, Upper & Lower Internals	2015



23

## Déccoupe mécanique – Un outil disponible pour chaque tâche

Scies à ruban



Cisailles

Scies  
culairesOutils de  
manutention

Tables tournantes



Câble diamanté



24

## Découpe des internes inférieurs à Zorita



25

## Vue du colisage en piscine



26

## Cisailles - Avantages & inconvénients

- + Découpe rapide
- + Facile à positionner à l'aide de perches ou câbles
- + Pas de débris ou déchets secondaires
- Coût des lames
- Dimension des grosses cisailles peut être incompatible avec certains espaces restreints



27

## Sciage - Avantages & inconvénients

- + Découpe efficace jusque plus de 30 cm d'épaisseur
- + Découpe horizontale ou verticale
- + Volume de déchets secondaire minimal
- + Fin trait de scie génère un minimum de copeaux
- + Copeaux se déposent par gravité au fond de la piscine et sont faciles à récupérer
- Vitesse de découpe plus faible
- Rigidité des équipements nécessaire en raison des forces de réaction élevées
- Coût des disques (scie circulaire)



28

## Conclusion

- La torche plasma est la technique de découpe la plus rapide. Cependant, elle conduit à des débits de dose élevés et des risques de contamination.
- Le jet d'eau abrasif est une technique intéressante pour la découpe d'internes. Cependant, cette technique conduit à des coûts élevés en raison des déchets secondaires importants et des mesures préventives à prendre en considération.
- La découpe mécanique est la plus fiable, la moins onéreuse et présente le moins de risques mais elle est plus lente.
- L'électro-érosion est utile en tant que technique support pour des tâches spécifiques comme le retrait de vis de cloisonnement ou le perçage de trous.



## Questions

