

# L'OPTIMISATION DES DOSES POUR LA REPARATION DE LA PENETRATION FOND DE CUVE N°4 DE LA TRANCHE 1 DE GRAVELINES

**Charlotte DABAT-BLONDEAU**

EDF/DPN/UTO  
1 avenue de l'Europe - CS 30451 MONTEVRAIN  
77771 MARNE LA VALLEE CEDEX 04

**Dominique VRAMMOUT**

EDF/DPN/CNPE de Gravelines  
Route de la Digue Level  
59820 GRAVELINES

**Cédric MARTEEL**

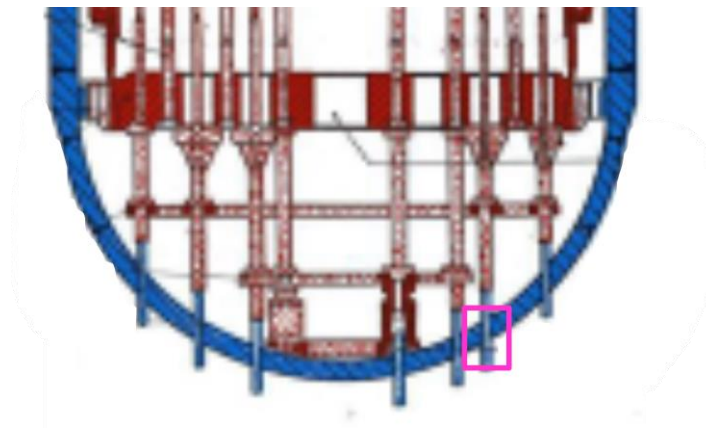
EDF/DPN/CNPE de Gravelines  
Route de la Digue Level  
59820 GRAVELINES

## 1. Introduction

La réparation de la pénétration fond de cuve numéro 4 de la tranche 1 de Gravelines a été réalisée par Westinghouse en Septembre / Octobre 2016 sur une maîtrise d'ouvrage de l'Unité Technique Opérationnelle de la Division Production Nucléaire d'EDF. Plus de 70 personnes ont été mobilisées sur 40 jours d'interventions. Les risques radiologiques sont très importants, notamment en termes d'exposition externe.

## 2. Contexte

En 2011, les examens réalisés sur la pénétration fond de cuve n°4 de la tranche 1 de Gravelines ont mis en évidence des défauts. En tout, il y a 50 pénétrations fond de cuve qui sont des tuyauteries d'une longueur de 650 mm et d'un diamètre de 38 mm, qui traversent le corps de la cuve pour permettre le passage des sondes de flux neutronique.



La pénétration fond de cuve n°4 a donc été obturée dans l'attente d'une réparation définitive. Les exigences techniques et le contexte radiologique ont conduit à étudier, qualifier et mettre en place une opération de réparation spécifique qui constitue une première mondiale.

### 3. Déroulement de l'opération de maintenance

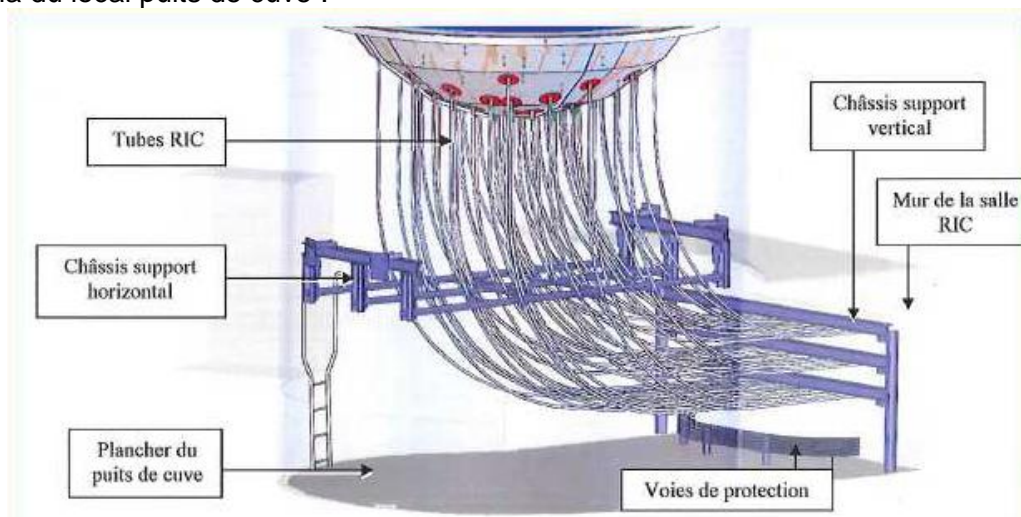
L'intervention sur la tranche 1 de Gravelines a duré deux mois. Les différentes étapes de l'intervention sont les suivantes :

- ✓ Dépose du bouchon provisoire ;
- ✓ Introduction des outillages en zone contrôlée ;
- ✓ Mise en place à l'intérieur de la cuve de la colonne d'étanchéité ;
- ✓ Préparation et contrôle du revêtement de cuve ;
- ✓ Prélèvement de la pénétration fond de cuve n°4 existante ;
- ✓ Enchaînements d'opérations d'usinage, de soudage pour créer le logement du bouchon ;
- ✓ Mise en place du bouchon et soudage sur la cuve ;
- ✓ Contrôle conformité finale ;
- ✓ Repli de chantier.

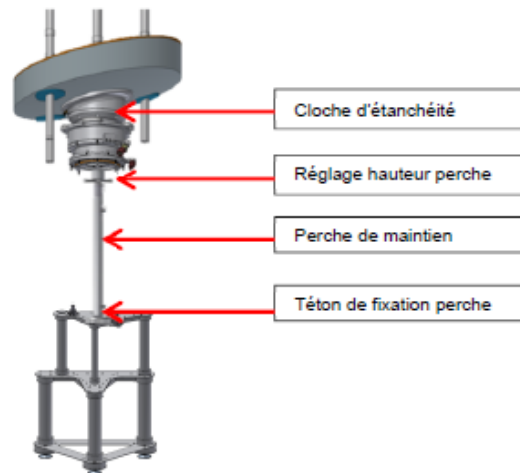
L'intervention prévoyait que la pénétration fond de cuve n°4 soit découpée en deux parties pour être extraite, que la partie supérieure, qui est la plus dosante, soit évacuée par l'intérieur de la cuve et que la partie inférieure soit évacuée par le puits de cuve (sous la cuve).

L'intervention se déroulait dans 2 zones distinctes : le puits de cuve et la dalle de la piscine

Schéma du local puits de cuve :

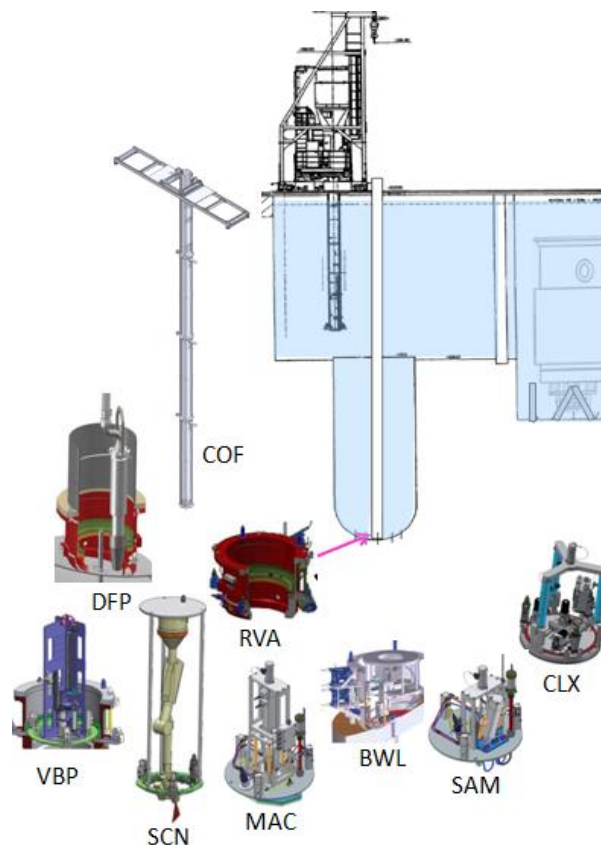


Dans le puits cuve, le tube RIC concerné a été enlevé, le fond de cuve et la pénétration fond de cuve n°4 ont été brossés puis une cloche d'étanchéité a été posée. En fin d'intervention, après dépose de la cloche d'étanchéité, la partie inférieure de PFC a été récupérée et mise dans un château de plomb, pour être évacuée.

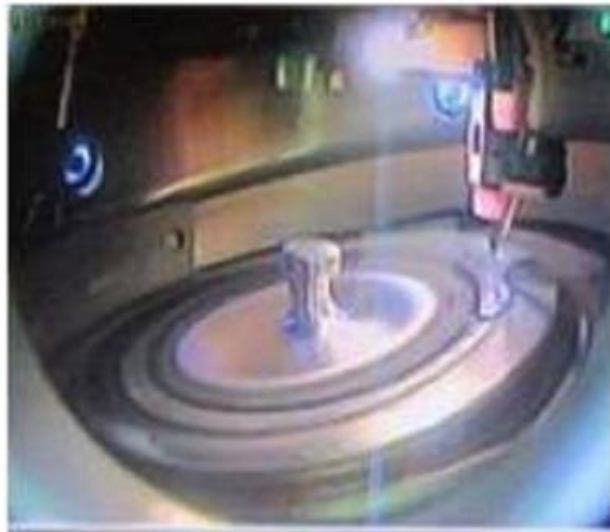


Tout le reste de l'intervention s'est déroulé au niveau de la dalle piscine (découpe, soudage, usinage, contrôle). Un tube de 20 mètres de long et de 500 mm de diamètre a été positionné dans la cuve pleine d'eau puis vidangé pour créer une colonne d'étanchéité indispensable pour pouvoir travailler dans un environnement sec. Cette colonne est positionnée par rapport aux PFC adjacentes, ce qui a permis d'intervenir avec une précision de 0,5 millimètre malgré les 20 mètres de distance.

Pour réaliser les opérations d'usinage, de contrôle et de soudage, une vingtaine d'outils spécifiques ont été développés. Ces outils sont commandés à distance après avoir été descendus jusqu'à la zone de travail via la colonne d'étanchéité.



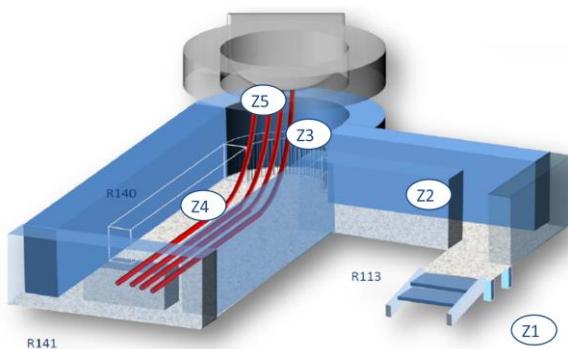
Soudage du bouchon :



#### 4. Démarche d'optimisation

Identification des postes de travail :

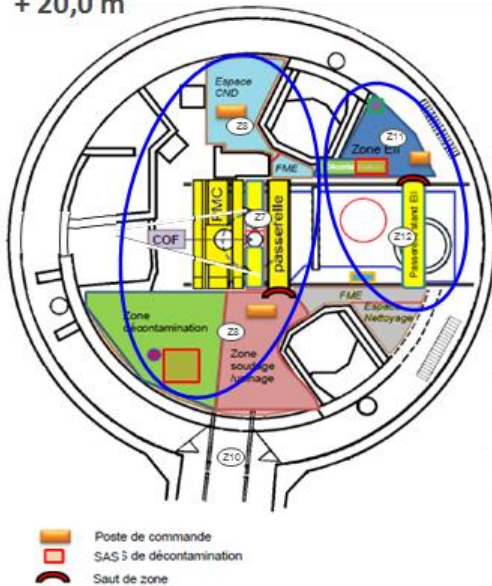
Puits de cuve :



	Zones	Débit de dose (mSv/h)
Z1	PC extérieur casemate	0,05
Z2	Poste de Repli	3,00
Z3	Passerelle puits de cuve	6,00
Z4	Plancher béton casemate puits de cuve	<b>6,00</b>
Z5	Echafaudage sous cuve	<b>14,0</b>
Z6	Sas découpe tube	2,00

Dalle de la piscine :

+ 20,0 m



	Zones	Débit de dose (mSv/h)
Z7	Passerelle d'opération sur la Pénétration Fond de Cuve	0,030
Z8	PC de commande pour l'intervention	0,010
Z9	Bâtiment Réacteur 0 m	0,010

Au final, l'évaluation dosimétrique prévisionnelle initiale était de 210 H.mSv (sans aucune action d'optimisation). L'intervention a été classée à enjeu radiologique fort, donc redevable d'une optimisation renforcée.

Analyses de risques radiologiques :

Type	Parades
<b>Exposition externe</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Choix du procédé : piscine en eau, outillages télé-opérés ;</li> <li>• Entraînement soutenu des intervenants sur maquettes ;</li> <li>• Utilisation de la télédosimétrie, de la phonie et de caméra Go-Pro ;</li> <li>• Contrôle du contexte radiologique à chaque poste ;</li> <li>• Limitation des accès sur le chantier.</li> </ul>
<b>Exposition interne</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Port du heaume ventilé ;</li> <li>• Balise aérosols en sortie de sas.</li> </ul>
<b>Propreté radiologique</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zonage et respect des sauts de zones ;</li> <li>• Utilisation d'outils propres, décontaminés au besoin ;</li> <li>• Emballage des pièces et outillages transportés ;</li> <li>• Emballage et gestion déchets, captage des égouttures ;</li> <li>• Balise aérosols en sortie de sas ;</li> <li>• Contrôle réguliers des zones et décontamination au besoin.</li> </ul>

Plusieurs actions d'optimisation ont été étudiées :

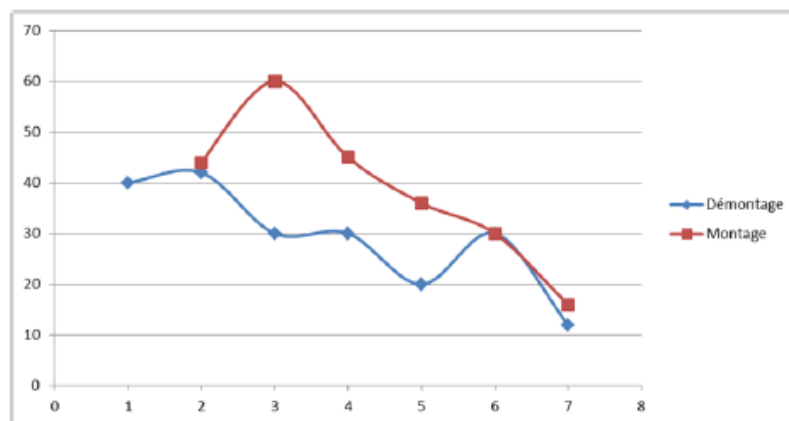
- ✓ Beaucoup d'outillages ont été développés pour cette intervention permettant aux intervenants de travailler à distance des sources d'irradiation.
- ✓ Un rinçage gravitaire des tubes de guidage RIC a été fait pour faire diminuer le débit de dose ambiant du puits de cuve.
- ✓ Pour le puits de cuve, des protections biologiques ont été étudiées :





Mais au regard de la dose liée à leur pose et dépose, ces protections biologiques n'ont finalement pas été retenues comme action d'optimisation.

- ✓ L'ergonomie des gestes et équipements pour l'intervention (repérage, télédosimétrie et Go-Pro) ainsi que l'entraînement sur maquette ont permis de faire largement diminuer les temps d'intervention :

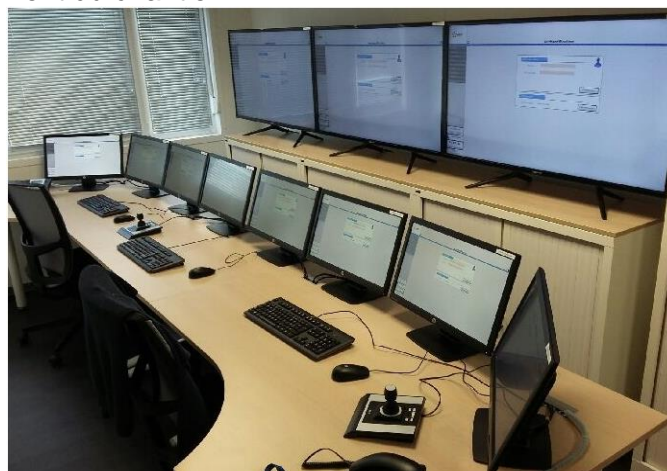


**Figure 1** : Evolution des temps d'intervention en minute en fonction des différents essais pour les opérations de montage et démontage de la cloche d'étanchéité.

Avec la mise de toutes ces actions d'optimisation, l'évaluation dosimétrique prévisionnelle optimisée était de 35 H.mSv soit un gain dosimétrique de 175 H.mSv.

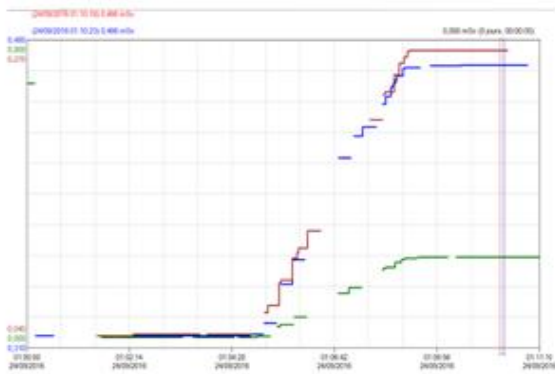
## 5. Poste de supervision de la prévention des risques

La centrale de Gravelines a mis en œuvre le poste de supervision de la prévention des risques pour suivre le déroulement du chantier :



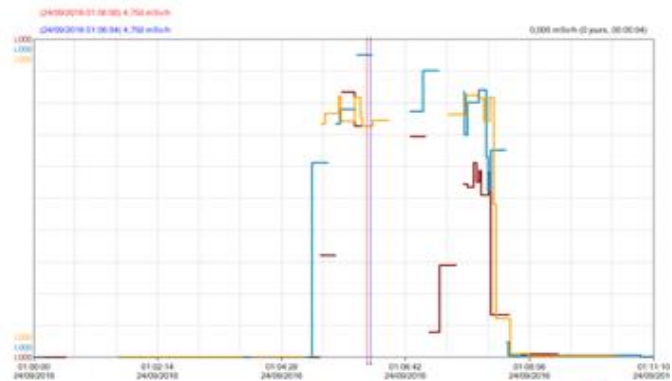
Le poste de supervision a permis :

- ✓ De disposer d'un suivi télé-dosimétrique des intervenants et de leur communiquer l'évolution de leur dose au cours de leur intervention, grâce à une phonie performante.



**Pose des pieds :**

Dosimètre D3F6: 0,15 mSv dose intégrée  
 Dosimètre C636: 0,209 mSv dose intégrée  
 Dosimètre C645: 0,216 mSv dose intégrée

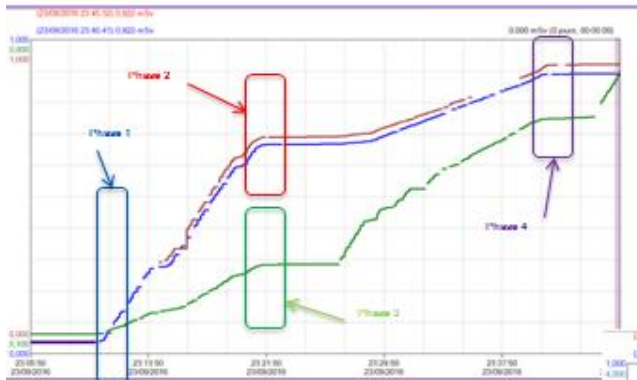


- ✓ D'utiliser une assistance vidéo couplée à des lunettes afin de fiabiliser les gestes techniques, de valider les contrôles à réaliser par des opérateurs distants et de réaliser des préjobbriefing.



- ✓ De réaliser des télé-cartographies à la demande afin d'avoir des mesures au plus près du poste travail.

Phase 2: Découpe tige guide N° 37, pose des 2 bouchons et évacuation. (17 min)

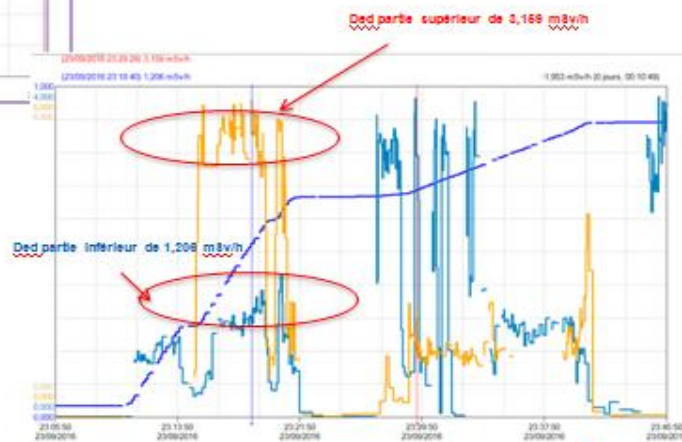


Phase 1 Représentation de tige guide N° 37 dose collective intégrée de 0,079 mSv

Phase 2 Découpe partie haute Dose collective intégrée de 1,230 mSv de 2 int.

Phase 3 Découpe de partie basse Dose collective intégrée de 0,0502 mSv de 2 int.

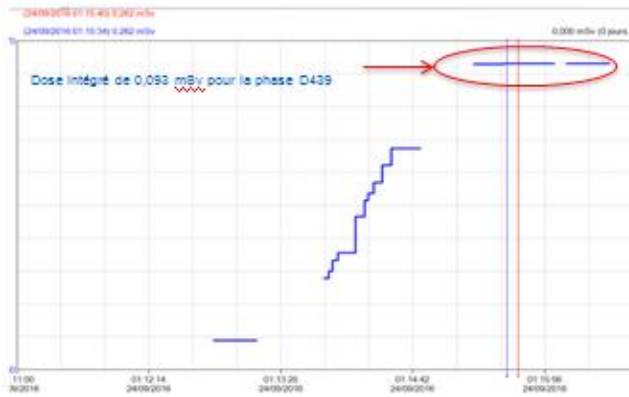
Phase 4 Aléas 2<sup>e</sup> découpe et pose de bouchon qui a engagé une dosimétrie collective de 0,489 mSv pour 1 int.





- ✓ D'utiliser la vidéo pour valider l'environnement et pour préparer les interventions.

### Phase 6 : 1<sup>er</sup> Serrage de couple du CTN (4 min)



L'activité de serrage de couple n'a duré que 4 min. Cette activité nous a permis de valider l'intervention à l'aide de la go pro qui permet le contrôle technique à l'aide de l'enregistrement.

Le fait d'avoir l'enregistrement évite d'envoyer une 2<sup>e</sup> personne donc gain dosimétrique et fiabilité de l'intervention.



## 6. Résultats

L'intervention a été une réussite technique au regard de la qualité de la réparation et la tranche 1 de Gravelines a pu redémarrer.

Elle constitue également une réussite sur le plan de la radioprotection avec une dose dosimétrie collective réalisée de 38,5 H.mSv, et sans aucun événement particulier de contamination des intervenants (pour 3850 entrées en zone contrôlée et plus de 1300 heures travaillées en zone contrôlée).

Cette réussite est liée à la qualité de la préparation qui a permis d'identifier les bonnes optimisations mais aussi à la bonne collaboration entre les équipes du Poste de Supervision des Risques, le responsable d'intervention et les intervenants. Cette activité a permis de mettre en œuvre un panel de dispositions et de fonctionnalités jamais mise en œuvre jusqu'à présent. Il est à noter que la perception des intervenants vis-à-vis de l'utilisation de la vidéo sur les chantiers a changé suite à la mise en œuvre des lunettes caméra. La demande de supervision vidéo a augmenté, on peut citer la pose des tapes dans les générateurs de vapeur. Cette vidéo sert notamment au pré job-briefing et en formation avant les activités de pose