



Usure de la manchette thermique

Gagnez du temps lors des arrêts de tranche et optimisez vos coûts de maintenance grâce aux solutions et à l'expérience de Framatome ainsi que la mise en place d'une stratégie la plus efficace.



Challenge

Plusieurs incidents ont récemment mis en évidence des problèmes d'usure des manchettes thermiques causés par les vibrations induites par le débit environnant. L'usure de la bride de la manchette thermique se traduit par une descente de la manchette dans l'adaptateur du couvercle de cuve. Dans certains cas, la bride a entravé le mouvement des mécanismes de commande des grappes et provoqué une **défaillance de la manchette thermique**.

Incidents associés à la manchette thermique



L'approche de Framatome : **appliquer la bonne solution au bon moment**

Les solutions de maintenance, temporaires comme de longue durée, des manchettes thermiques développées par Framatome aident les exploitants de centrales à mieux gérer les problèmes d'usure. Ces solutions comportent des options de réparation et de remplacement, tout en facilitant l'établissement d'un planning d'arrêt prévisible et en permettant d'importantes réductions de coûts.

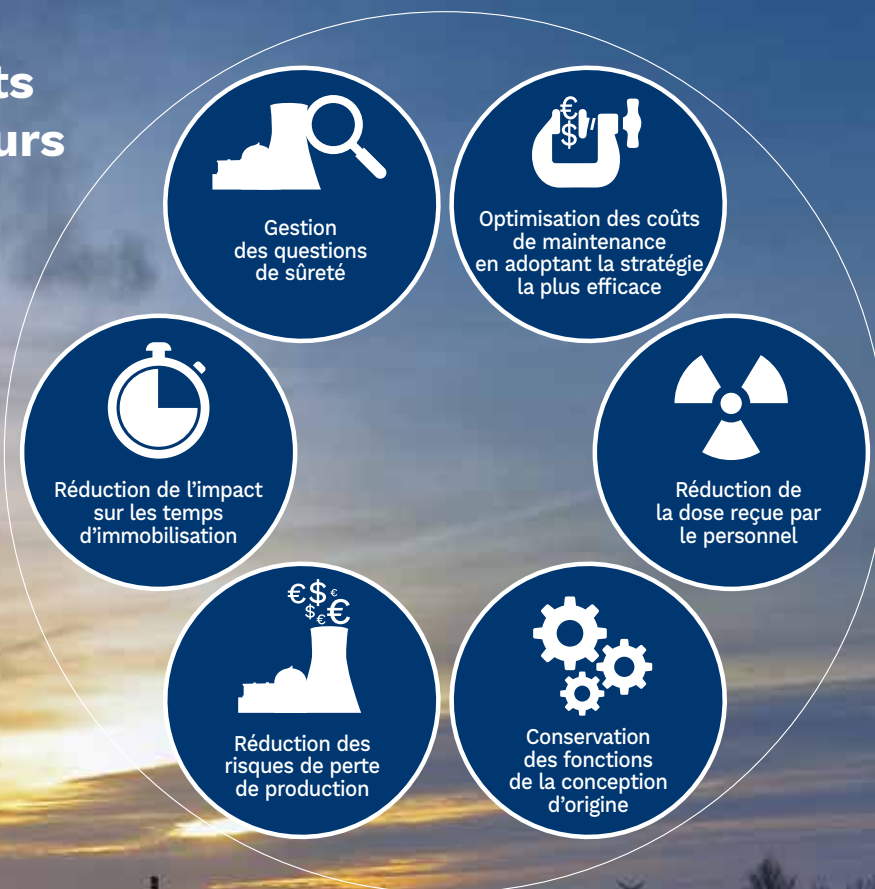
**La seule solution
permanente disponible.**

Une approche globale et intégrée unique au monde

Ingénierie et sécurité	Inspections	Solutions permanentes	Réparation et remplacement
<ul style="list-style-type: none"> • Définition des critères d'usure • Proposition de mesures de mitigation • Facilitation des relations avec les autorités de sûreté, grâce aux études de sûreté menées par Framatome et EDF 	<ul style="list-style-type: none"> • Mesures altimétriques (endoscope, photogrammétrie, balayage laser) • Contrôle par ultrasons (UT) de mesure de l'épaisseur • Endoscopie pour le contrôle de l'état de surface de l'adaptateur et de la manchette thermique 	<ul style="list-style-type: none"> • Installation d'un compensateur par Framatome afin de stopper l'usure • Découpe de la manchette thermique sans remplacement si sa présence n'est pas obligatoire pour les mécanismes de commande de grappes 	<ul style="list-style-type: none"> • Réparation et remplacement de la manchette thermique depuis le dessous du couvercle • Réparation et remplacement de la manchette thermique depuis le dessus du couvercle

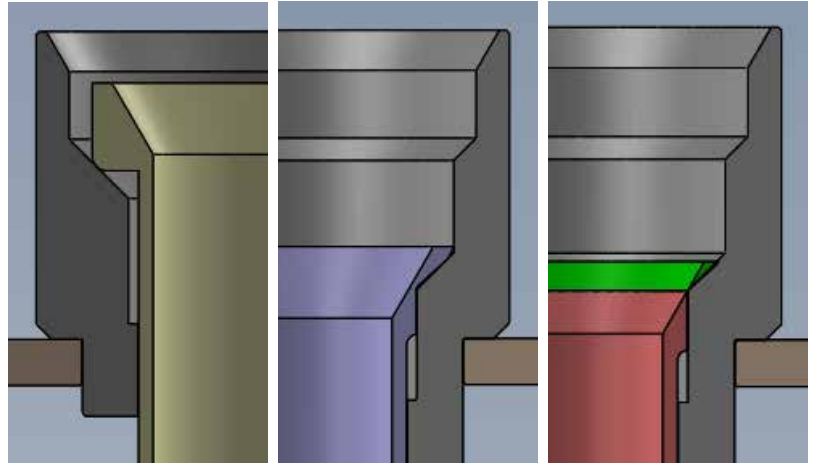
Contrôle et qualification pour redémarrage de la centrale

Avantages pour les exploitants de réacteurs



Framatome sait gérer l'usure de la bride de la manchette thermique et de l'adaptateur

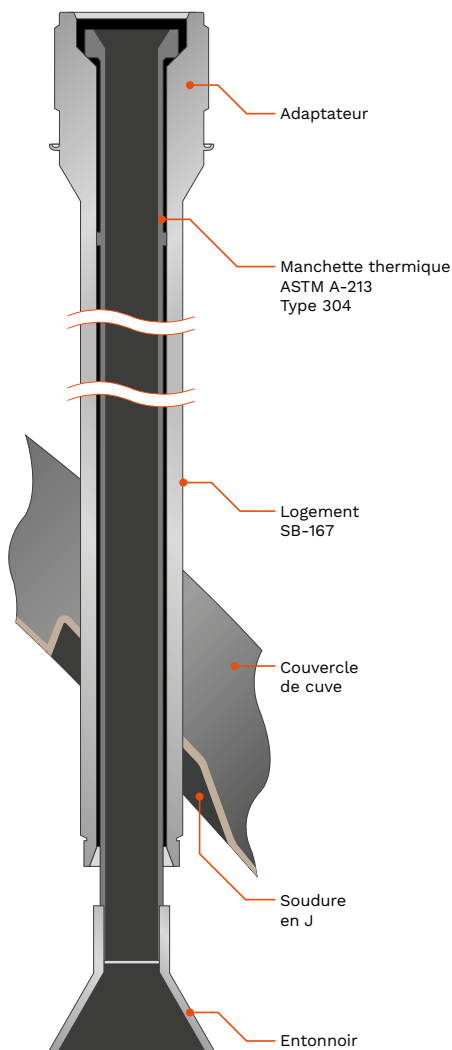
Dans les cas les plus graves, l'usure de l'adaptateur et de la manchette thermique provoque la migration d'objets susceptibles d'entraîner un blocage de la grappe de commande. Le profil d'usure présenté sur les images de droite a été déterminé via un examen détaillé d'adaptateurs usés dans les centrales françaises.



Situation d'origine

Usure de la manchette thermique et de l'adaptateur

Situation finale avec usure totale



Fonctions nominales de la manchette thermique

- La manchette thermique est en acier inoxydable.
- Lorsque la centrale est en service et en l'absence de mouvement de la grappe de commande, la manchette thermique limite le flux d'eau chaude du couvercle de cuve vers les mécanismes de commande de grappes.
- Le cône de guidage guide la tige de commande pendant l'opération de fermeture du couvercle de cuve. Le tube de la manchette thermique guide également les grappes à travers l'adaptateur et dans les mécanismes de commande de grappes.
- En cas de chute des grappes de commande, l'eau qui s'écoule du bas vers le haut des mécanismes de commande de grappes soulève la manchette thermique, ce qui accroît la surface d'écoulement afin d'optimiser le temps de chute.
- Lorsque la grappe de commande est soulevée, l'eau froide en haut de l'adaptateur s'écoule vers le bas via le tube de la manchette thermique, protégeant la soudure de traversée.

Les technologies de réparation de Framatome préservent toutes les fonctions nominales de la manchette thermique

Ingénierie et sécurité

Framatome et EDF s'appuient sur leur longue expérience pour proposer aux exploitants une stratégie de maintenance prédictive capable de prolonger la durée de vie de leur composant, une démarche essentielle en vue d'une exploitation efficace à long terme.

Selon le problème, la stratégie de maintenance de la manchette thermique peut inclure des contrôles, une caractérisation, ou encore la maintenance préventive.

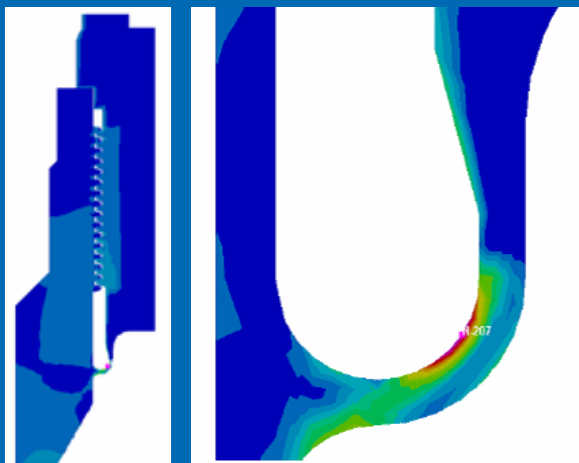
Une évaluation préliminaire destinée à détecter d'éventuels dommages peut être réalisée par comparaison des données relevées lors de différents arrêts. Des critères d'usure sont définis sur la base des données d'inspection des manchettes thermiques endommagées et adaptés à la conception spécifique de la centrale. Des critères d'usure ont d'ores et déjà été définis pour plusieurs types de centrales en Belgique, en Chine, en France, au Japon, en Afrique du Sud, en Corée du Sud, en Espagne et au Royaume-Uni. Ils incluent une épaisseur minimum acceptable de la paroi (fondée sur le code RCC-M ou ASME si besoin) et la détermination de la descente correspondante de la manchette thermique.

Des recommandations pour l'exploitation future de la centrale peuvent être fournies (poursuite de l'exploitation dans les conditions actuelles, inspections complémentaires et/ou remplacement).

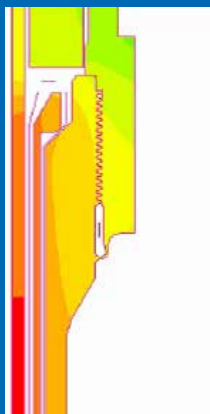
Production de justifications associées au redémarrage de la centrale et aux solutions de réparation préventives.

Accompagnement dans la procédure de licensing dans le respect des exigences de sûreté locales.

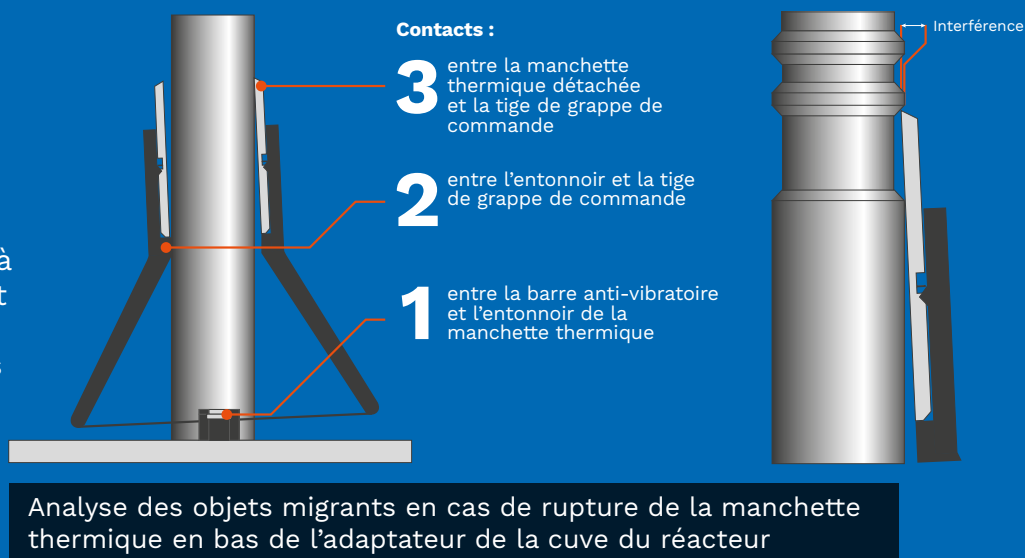
Études d'ingénierie déjà exécutées et/ou devant être réalisées avec divers exploitants dans le monde (Belgique, Chine, France, Japon, Afrique du Sud, Corée du Sud, Espagne et Royaume-Uni).



Analyse mécanique de l'adaptateur utilisé de la tubulure de la cuve du réacteur, joint d'étanchéité inclus



Analyse thermique de l'adaptateur de la tubulure de la cuve du réacteur et de la manchette thermique



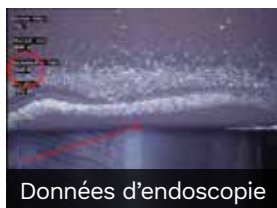
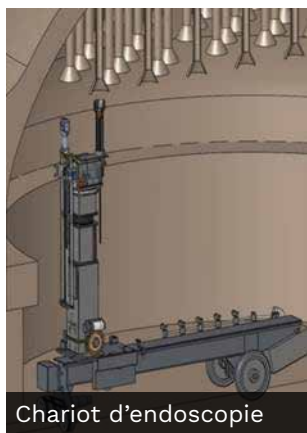
Contrôle de niveau et expertise

Trois méthodes de mesure précises de +/- 0,3 à 2 mm



Balayage laser

- Prise de mesures indirectes permettant de localiser toute usure éventuelle à l'aide d'une technologie de balayage laser
- Mesure de la hauteur du fond des entonnoirs de la manchette thermique par rapport à la surface d'accouplement de la bride du couvercle de cuve
- Comparaison des données de mesure aux données de conception afin de déterminer l'usure de la bride
- Réalisable après installation du couvercle de cuve sur le support
- Références : plus de 15 interventions effectuées en 2018-2019, 14 envisagées ou prévues pour 2020 et d'autres aux États-Unis et en Afrique du Sud

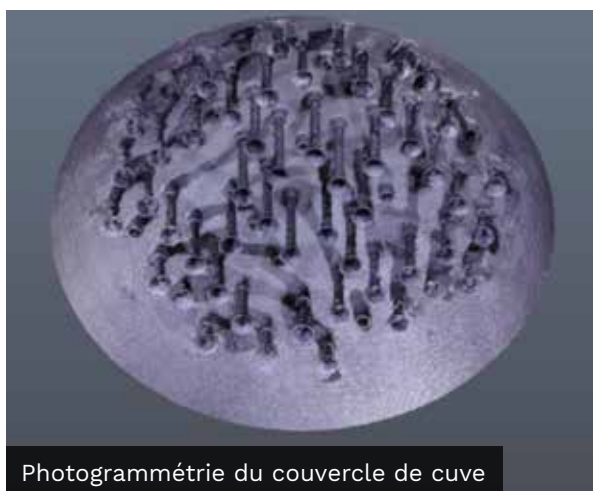


Endoscopie

- Comparaison de la mesure de hauteur par rapport à la hauteur de conception d'origine de chaque manchette thermique
- Références : plus de 45 interventions réalisées en 2018-2019

Photogrammétrie

- Mesure de points de référence sur la surface d'étanchéité du couvercle de cuve hors de son support avec un laser tracker
- Mesure de points de référence sous le couvercle de cuve à l'aide de mires spécifiques
- Photographie de la manchette thermique sous le couvercle de cuve à l'aide de caméras
- Analyse de l'extérieur de l'enceinte de confinement par création d'un nuage de points en 3D du couvercle de cuve à l'aide de données
- Mesure altimétrique de la manchette thermique à partir du nuage de points, à l'aide de logiciels et de méthodes spécifiques
- Références : plus de 30 interventions réalisées en 2018-2019 en France



Expertise US et CND (ultra son et contrôle non destructif)

- Une expertise UT peut être réalisée afin de déterminer la mesure d'épaisseur
- L'endoscopie peut être réalisée lorsque nécessaire afin de vérifier l'état de surface (adaptateur et/ou manchette thermique)

Une solution permanente à vos problèmes d'usure de la manchette thermique des mécanismes de commande de grappes

Pour la réponse aux événements de niveau 1, Framatome s'impose comme le leader dans la prestation de solutions associées aux technologies les plus novatrices de mesure, d'inspection et de réparation destinées à corriger les problèmes d'usure de la bride de la manchette thermique et de l'adaptateur.

Situation actuelle en France

- EDF a signalé un événement de niveau 1 le 14 février 2018
 - Grappe de commande coincée pendant le redémarrage du réacteur 2 de la centrale de Belleville-sur-Loire
 - L'analyse a démontré que ce blocage avait été causé par l'usure de la manchette thermique
 - D'autres couvercles de cuve ont été impactés à Saint-Alban 1 et 2, Nogent 1, Paluel 3 et 4
- Le couvercle de cuve de Belleville était un élément de remplacement fonctionnant à pleine puissance depuis moins de 18 ans
- EDF a décidé de réaliser un examen de tous les réacteurs afin d'identifier ceux susceptibles d'être affectés lors de l'arrêt programmé suivant
- Les 58 examens initiaux ont été achevés et l'inspection en service a débuté
 - L'ampleur de l'usure est déterminée par mesure d'altimétrie de la manchette thermique

Avec succès, Framatome a remplacé plus de 30 manchettes thermiques en France depuis 2018

Belleville 2 (arrêt simple pour rechargement)

- Remplacement de la manchette thermique en position centrale depuis le dessus (dépose/installation des mécanismes de commande de grappes incluse)
- Opération réalisée avec succès, EDF est satisfait

Réparation et remplacement depuis le dessus du couvercle dans 12 centrales françaises :

- Remplacement de 20 manchettes thermiques afin de mieux comprendre le niveau général d'usure et de définir la stratégie de maintenance adéquate dans une tranche

- Remplacement d'une ou deux manchettes thermiques présentant une usure avancée dans sept centrales
- Remplacement d'une manchette thermique suite à un événement imprévu

Dépose depuis le dessus du couvercle d'une manchette thermique sans grappe de commande — opération terminée en mai 2019 dans une centrale française, de nouvelles opérations sont prévues

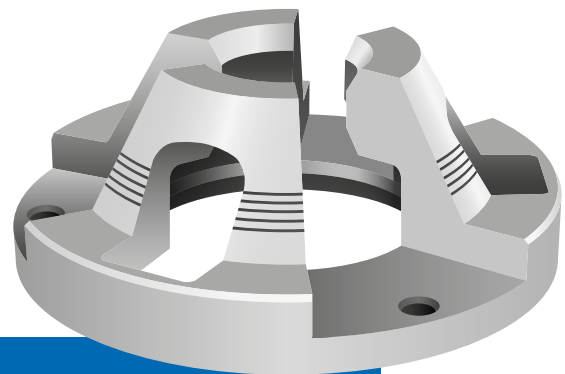
Option 1 : installation d'un compensateur afin de stopper l'usure de la manchette thermique

Caractéristiques du compensateur de Framatome

Permet d'éviter et de prévenir d'importants dommages de la manchette thermique

- Facile à installer
- Le compensateur est déjà installé en France, de nombreuses autres installations sont prévues en 2020 sur des réacteurs EDF
- Qualifiée pour le code RCC-M et adaptable au code ASME
- Solution préventive et prédictive

La solution **numéro un** de réparation de la manchette thermique



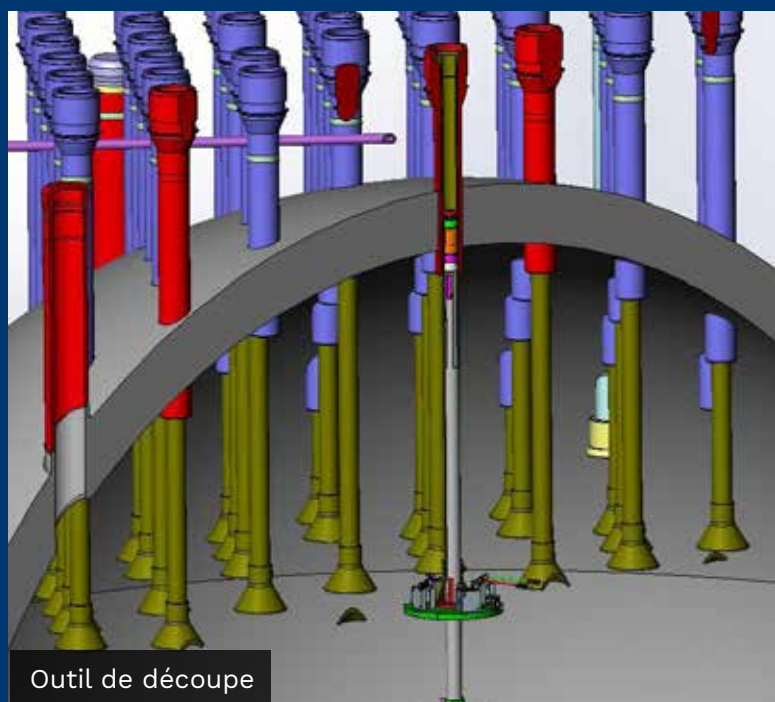
La solution la plus efficace

- Permet de conserver les fonctions de la conception initiale
- Évite les remplacements superflus
- Faible impact sur le planning d'arrêt : quelques heures par entretoise (chemin critique)
- Intervention non destructive, aucun impact sur la cuve
- Réduit au minimum la dose reçue par le personnel

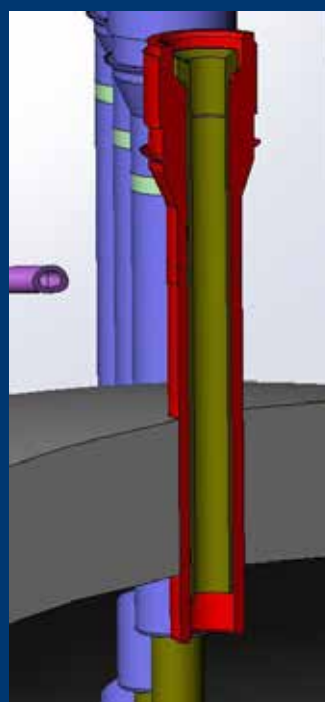


Compensateurs installés dans la centrale Cattenom

Option 2 : découpe de la manchette thermique sans remplacement pour les emplacements sans grappe



Outil de découpe



Procédé

- Électroérosion de la bride de la manchette thermique
- Retrait de la manchette thermique et des corps migrants
- Outil utilisé avec succès lors de plusieurs interventions de dépose de manchettes thermiques

La solution la plus simple pour les emplacements sans grappes de commande

- Intervention rapide et justifications déjà disponibles
- Faible impact sur le planning d'arrêt : moins d'un jour par emplacement (chemin critique)



Outil d'extraction des corps migrants

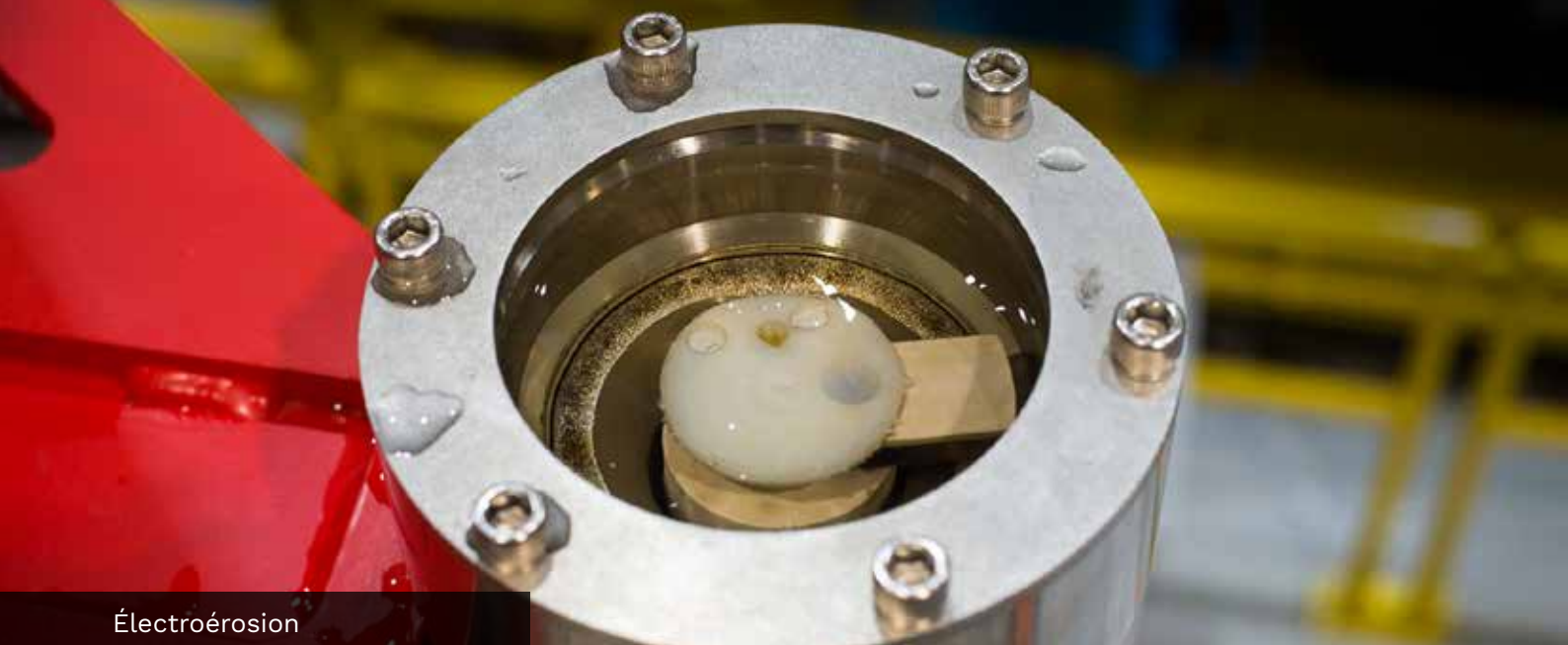


Opération de dépose



Corps migrant tordu après extraction

Option 3 : remplacement de la manchette thermique depuis le dessous du couvercle



Électroérosion

Procédé

- Dépose de la manchette existante par électroérosion de la bride
- Électroérosion d'un nouveau logement dans la tubulure des mécanismes de commande de grappes
- Inspection visuelle du nouveau logement
- Installation de la nouvelle manchette thermique en deux pièces depuis le dessous du couvercle et fixation par soudure interne

Caractéristiques

- Conception identique préservant l'ensemble des protections thermiques
- Adaptée à toutes les catégories d'usure de la manchette thermique

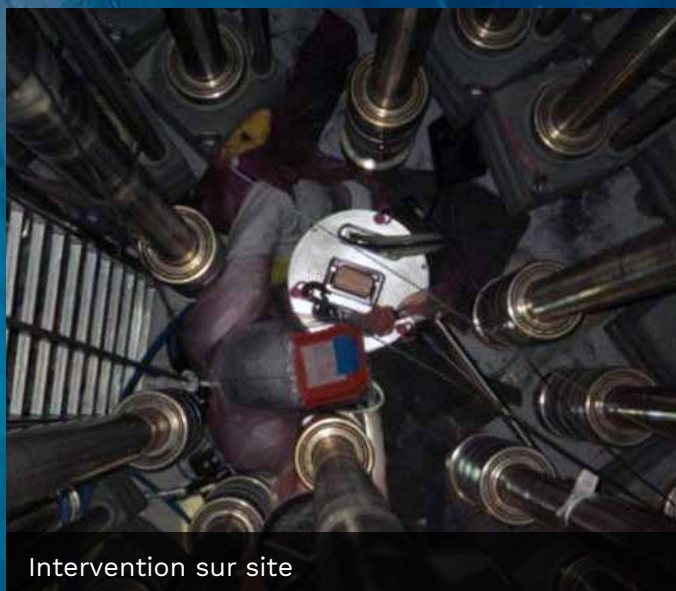
La solution de réparation et remplacement la plus économique

- Remplacement de la manchette thermique sans aucune intervention de dépose au-dessus du couvercle
- Impact modéré sur le calendrier d'arrêt : 2 jours estimés par emplacement (chemin critique)

Option 4 : remplacement de la manchette thermique depuis le dessus du couvercle

Procédé

- Dépose des mécanismes de commande de grappes
- Levage et découpe de l'ancienne manchette thermique
- Usinage de l'adaptateur afin de reproduire la configuration d'origine en position plus basse
- Installation d'une nouvelle manchette thermique depuis le dessus, équipée d'une cale afin de compenser l'usure et l'usage



Intervention sur site

Solution fiable et qualifiée

- Manipulation à distance des outils
- Impact modéré sur le calendrier d'arrêt : deux jours par emplacement (chemin critique) après dépose des mécanismes de commande de grappes
- Solution de repli permettant de répondre à tout événement imprévu
- Références : plus de 30 adaptateurs et manchettes thermiques réparés et remplacés dans 12 réacteurs nucléaires français

Framatome est un leader international incontournable de l'énergie nucléaire, reconnu pour ses solutions innovantes et ses technologies à forte valeur ajoutée à destination du parc nucléaire mondial. Forte d'une expertise mondiale et de solides références en termes de fiabilité et de performances, l'entreprise conçoit, entretient et installe des composants et des combustibles ainsi que des systèmes de contrôle-commande pour les centrales nucléaires. Ses quelque 14 000 collaborateurs permettent chaque jour aux clients de Framatome de fournir un mix énergétique bas-carbone toujours plus propre, plus sûr et plus économique. Rejoignez-nous sur www.framatome.com et suivez-nous sur Twitter : @Framatome_ et LinkedIn : Framatome.

Framatome est détenu par le groupe EDF (75,5 %), Mitsubishi Heavy Industries (MHI – 19,5 %) et Assystem (5 %).

Votre **performance**,
notre **engagement** de tous les jours

framato**me**

Framatome

Tour AREVA, 1 Place Jean Millier
92400 Courbevoie, France

component-repair-replacement@framatome.com
[**www.framatome.com**](http://www.framatome.com)

Les données contenues dans ce document sont présentées à titre d'information uniquement et ne constituent ni une garantie ni une quelconque autre obligation contractuelle. ©2020 Framatome. Tous droits réservés.
B-FR-725-FRA-6-20