

**IRSN**

INSTITUT  
DE RADIOPROTECTION  
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

*Faire avancer la sûreté nucléaire*

# Anomalies de fabrication des calottes de cuve EPR FA3 et de générateurs de vapeur du parc EDF

Présentation OPECST

« Sûreté des équipements  
sous pression nucléaires »

25 octobre 2016

# Les équipements sous pression nucléaires : **exigences**

■ Cuves/générateurs de vapeur : 2<sup>ème</sup> barrière de confinement

■ Démarche d'**exclusion de rupture** : défaillance non postulée dans la démonstration de sûreté

Qualité de conception, de fabrication et de suivi en service, notamment :

- Règles de conception spécifiques et calcul avec des sollicitations enveloppes des conditions de fonctionnement et des situations accidentelles
- Haut niveau de qualité de fabrication : techniques éprouvées (qualité intrinsèque) et contrôles poussés (garantie d'absence de défauts)
- Epreuve hydraulique avant mise en service du réacteur
- Contrôles en service : épreuve hydraulique décennale et contrôles non destructifs pour vérifier le maintien de l'intégrité dans le temps

# Cas des anomalies affectant les calottes de cuve EPR FA3 et certains fonds de GV : questionnement

■ **Ecart de composition chimique de l'acier : teneur en carbone localement en excès par rapport à la valeur cible**

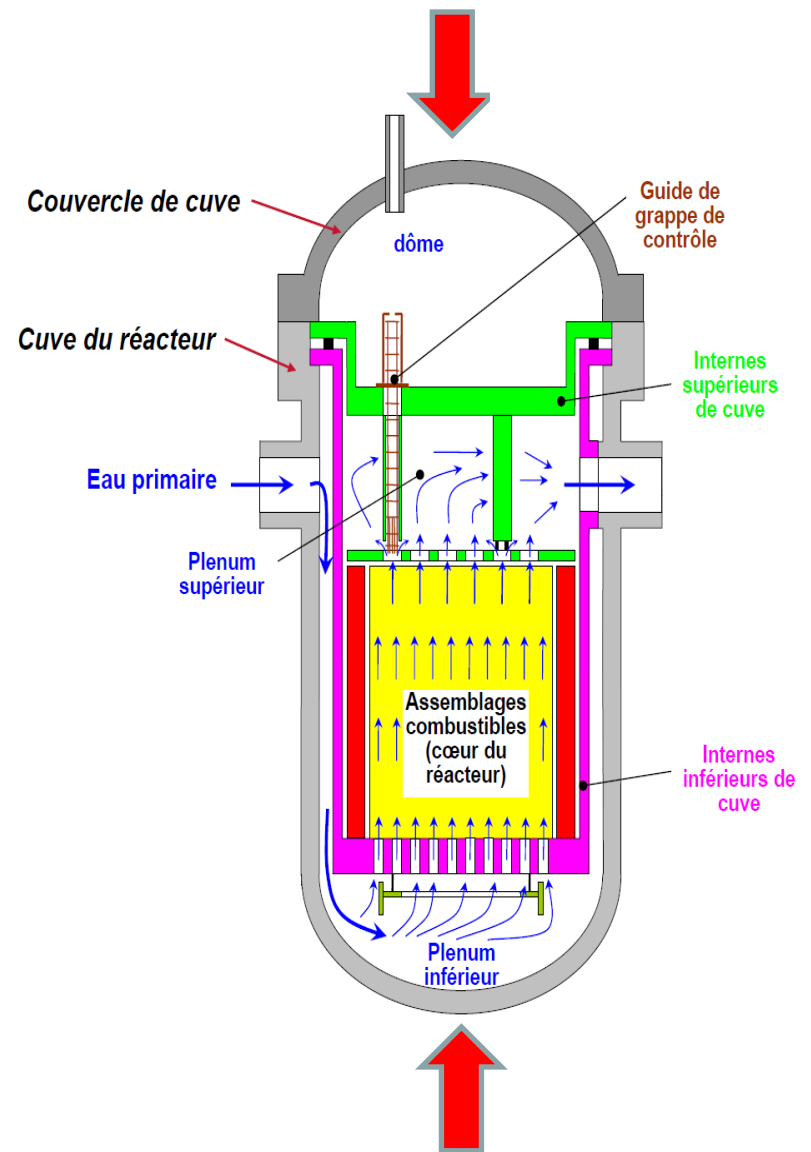
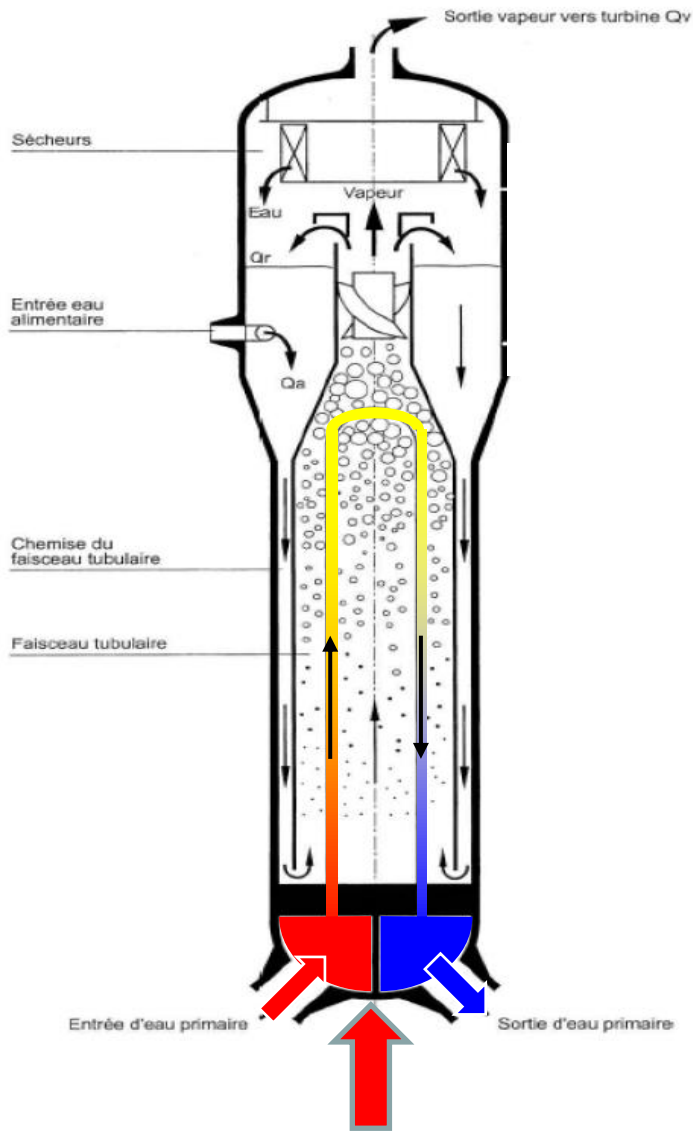
- Attribué à la technique de forgeage (lingots pleins de fort tonnage)

■ **Impact : altération des propriétés mécaniques locales de l'acier**

- Diminution de la ténacité : résistance à la propagation d'éventuels défauts dans l'acier

■ **Questions :**

- Teneur en carbone ? Localisation (extension, profondeur) ?
- Aptitude au maintien en service de l'équipement ?



Localisation des parties en excès de carbone

# Cas des anomalies affectant les calottes de cuve EPR FA3 et certains fonds de GV : démarche d'examen

■ Anomalies : qualité de fabrication mise en cause

■ Anomalies : importantes pour la sûreté

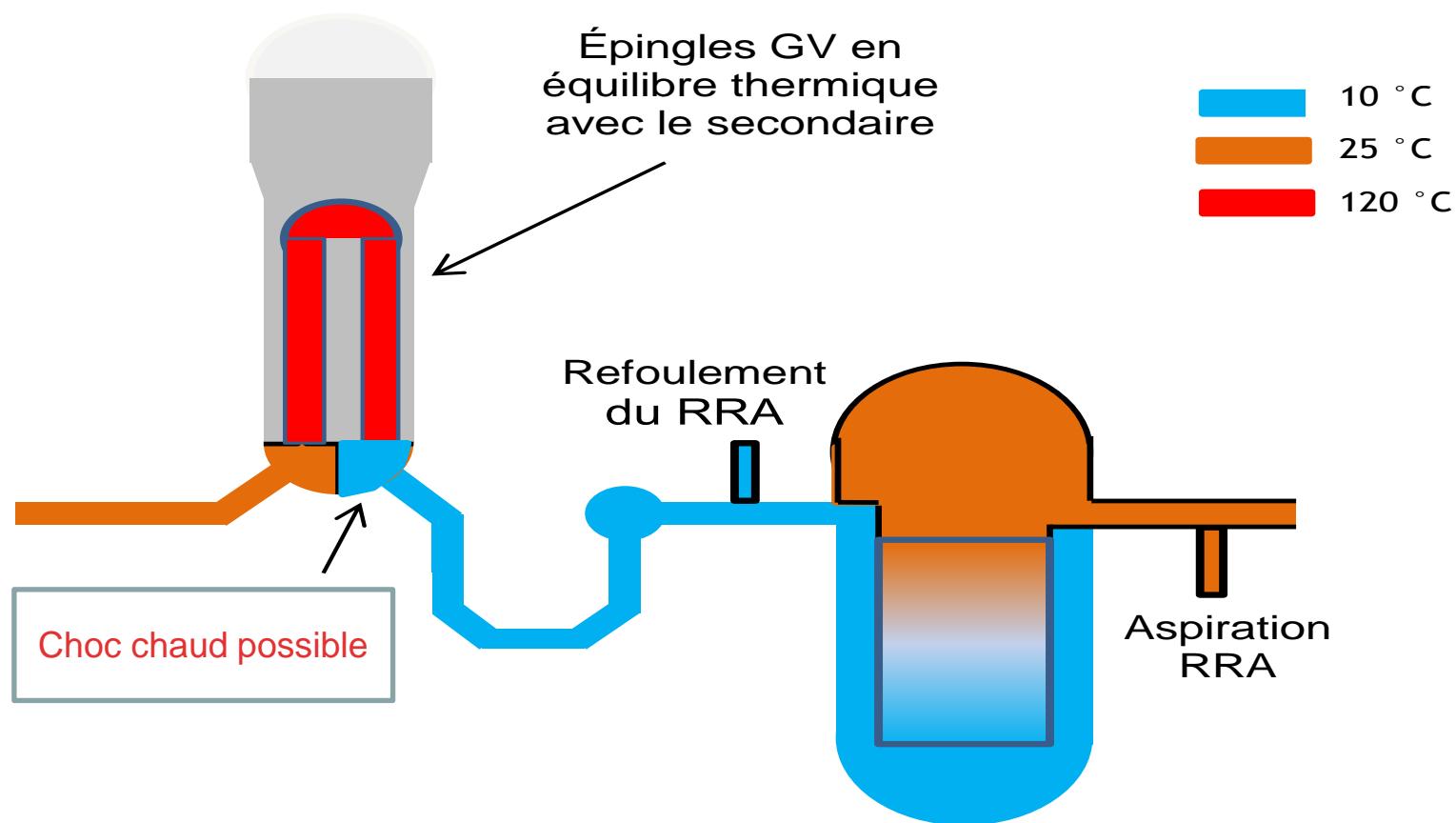
■ Dans le cadre de la démarche d'exclusion de rupture :

- Réexamen du comportement de l'équipement :
  - » propriétés mécaniques du matériau dans les zones concernées
  - » sollicitations les plus sévères pour les zones concernées
- Examen des marges disponibles

# Cas des anomalies affectant les calottes de cuve EPR FA3 et certains fonds de GV : étude du risque de rupture

Sollicitations Chocs thermiques les plus sévères ?	Défauts Etat de santé de l'équipement ?	Matériau Propriétés mécaniques de l'acier ?
Réexamen des sollicitations pour la localisation concernée par l'anomalie	Réexamen des contrôles de fin de fabrication  Contrôles in situ non destructifs	Pas de biopsie possible  Mesures in situ non destructives de la teneur en carbone
Selon localisation : - Chocs « chauds » - Chocs « froids »	Etude sur la base du défaut de référence postulé	Essais sur pièces sacrificielles représentatives

# Etude du risque de rupture : exemple de choc thermique « chaud »



RRA : circuit de refroidissement du réacteur à l'arrêt

# Cas des anomalies affectant les calottes de cuve EPR FA3 et certains fonds de GV : expertise IRSN et état actuel

■ Une dizaine d'experts mobilisés (thermohydraulique/CND/mécanique)

■ Calottes de cuve EPR FA3 :

- Démarche d'étude expertisée : validée par ASN
- Essais sur calottes sacrificielles (extension à trois calottes)
- Dossier attendu : fin 2016

■ Fonds de générateurs de vapeur du parc :

- Deux cas :
  - » Ségrégation similaire à EPR/FA3 : cas des fonds Creusot forge
  - » Teneur en carbone plus importante : cas des fonds JCFC



# Cas des anomalies affectant les calottes de cuve EPR FA3 et certains fonds de GV : expertise IRSN et état actuel

## Cas des fonds Creusot forge

- Localisation de la ségrégation en partie centrale et teneur en carbone comparable à EPR/FA3 (0,3 %)
- A ce stade : pas de défaut détecté sur les GV contrôlés
- Sollicitation pénalisante étudiée : les chocs chauds
- Mesures compensatoires en exploitation

ASN : Poursuite d'exploitation des réacteurs concernés avec contrôles au prochain arrêt pour ceux non encore contrôlés  
Programme complet de justification en cours avec pièces sacrificielles

# Cas des anomalies affectant les calottes de cuve EPR FA3 et certains fonds de GV : expertise IRSN et état actuel

## Cas des fonds JCFC

- Teneur en carbone en partie centrale : plus élevée (0,4 %) et plus étendue :
  - » Explication ?
  - » Propriétés mécaniques de l'acier ?
- A ce stade : pas de défaut détecté sur les GV contrôlés
- Sollicitation pénalisante complémentaire : les chocs froids (hypothèse de ségrégation potentiellement traversante)
- Mesures compensatoires en exploitation en cours d'instruction

ASN : Arrêt sous 3 mois des réacteurs en exploitation concernés pour contrôles

Redémarrage soumis à accord préalable de l'ASN

# Cas des anomalies affectant les calottes de cuve EPR FA3 et certains fonds de GV :

## Actions IRSN d'échanges et d'information

- Participation au GT HCTISN
- Implication dans le Dialogue technique EPR (ANCCLI/CLI de Flamanville/ASN/IRSN)
- Note d'information du 18 octobre 2016 ([www.irsn.fr](http://www.irsn.fr))
- Publication des avis à l'ASN ([www.irsn.fr](http://www.irsn.fr))