



SÉGRÉGATION CARBONE

FONDS DES GENERATEURS DE VAPEUR DU PARC NUCLÉAIRE EN EXPLOITATION

Réunion ANCCLI
du 24/02/2017

Historique du dossier ségrégation carbone des GV du parc

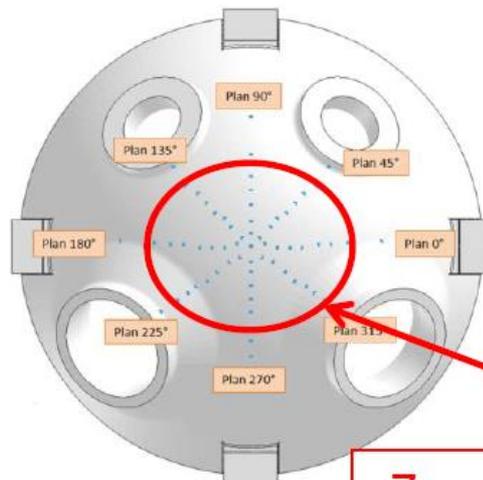
- Septembre 2015 : AREVA et EDF ont communiqué simultanément à l'ASN que leur analyse conduisait à identifier un risque de ségrégation sur 26 fonds de générateurs de vapeur (GV) fabriqués pour AREVA par le forgeron japonais JCFC et présents sur 12 réacteurs du parc.
- Une première analyse simplifiée et avec les hypothèses à date a été produite à l'ASN pour montrer la bonne confiance que les experts d'AREVA et d'EDF dans le domaine pouvaient avoir sur l'exploitabilité de ces GV en toute sûreté.
- Des éléments complémentaires (rapport R&D d'AREVA de 2013 dont EDF a été informé en 2016), ont conduit AREVA et EDF à rajouter les GV avec des fonds fabriqués dans les installations de Creusot Forges (CF) et issus de lingots conventionnels, à la liste des GV potentiellement concernés par le risque de ségrégation majeure positive résiduelle en carbone.

Historique du dossier ségrégation carbone des GV du parc

18 tranches concernées (46 GV)

- 26 GV de fabrication japonaise (JCFC) sur 12 réacteurs (dont 8 avec des GV issus de « gros » lingots) et 20 GV de fabrication française (CF) sur 8 réacteurs
- 2 tranches avec GV CF et JCFC à lingot conventionnel (BUG4 et TRI3)
- En dehors des 4 GV sur CIV1-CIV2, seuls les GV de Remplacement (GVR) sont concernés

Tranche	GV JCFC	GV CF
BLA1		3
BUG4	2	1
CHB1		3
CHB2		3
CIV1	2	
CIV2	2	
DAM2		3
DAM3	2	
DAM4		3
FES1	3	
GRA2	1	
GRA4	3	
SLB1	2	
SLB2		3
TRI1	3	
TRI2	2	
TRI3	1	1
TRI4	3	



Zone potentiellement ségrégée

Méthode engagée pour la démonstration exhaustive de la parfaite intégrité dans toutes les situations d'exploitation normales et incidentelles de ces GV

EDF et AREVA ont engagé des travaux similaires à ceux réalisés pour la cuve de Flamanville 3 :

- la **caractérisation de la zone ségrégée** (taux de ségrégation, extension de la zone, ...) et le **contrôle d'absence de défaut pour chaque GV**, ce qui est réalisé depuis mai 2016 lors de chaque arrêt du réacteur planifié pour rechargement du combustible ou anticipé ;

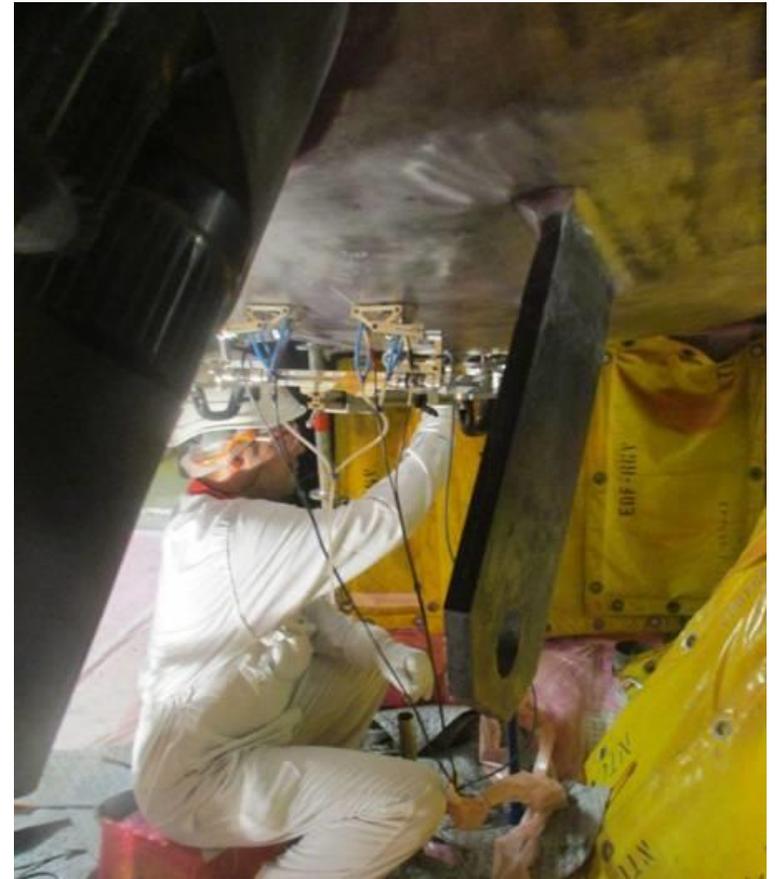
- l'**identification des transitoires les plus pénalisants** et la démonstration de l'**existence de marges** vis-à-vis du risque de rupture brutale **en postulant la présence de potentiels défauts** sur les équipements. Cette démonstration analytique, accompagnée d'un engagement à mettre en œuvre des mesures compensatoires d'exploitation pour limiter les transitoires les plus pénalisants, est à produire avant chaque redémarrage de réacteurs et conditionne l'autorisation de redémarrage donnée par l'ASN ;

- la réalisation d'un **programme d'essais sur des pièces sacrificielles** représentatives des pièces présentes sur le parc. Ce programme nécessitera quelques années pour être mené à son terme et permettra de retrouver les marges prises par prudence dans les dossiers

Caractérisation de la zone ségrégée : mesure du taux de carbone par spectrométrie



Contrôle d'absence de défauts par ultrason



Cas des fonds JCFC issus des lingots de 120 tonnes : Analyse des données des Rapports de Fin de Fabrication (RFF)

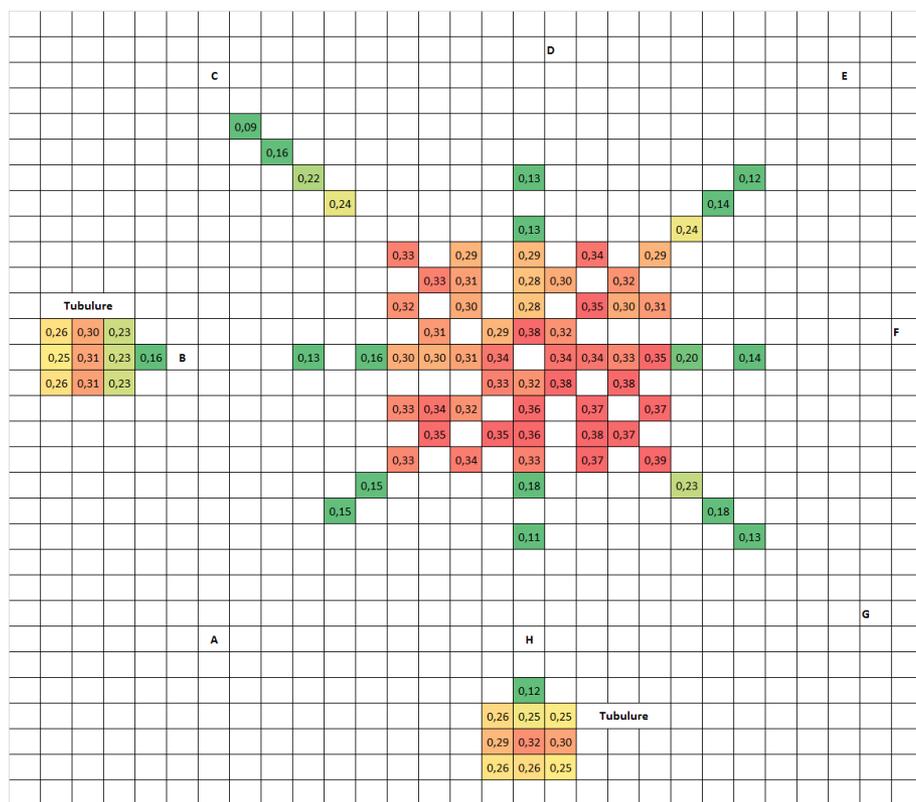
	Mesure côté tête	Mesure côté pied
GV 3 de Tricastin 1 GV/RA n°249	0,29 %	0,17 %
GV 2 de Tricastin 1 GV/RA n°250	0,31 %	0,19 %
GV 1 de Tricastin 1 GV/RA n°251	0,31 %	0,18 %

- Missions AREVA/EDF/JCFC du 29/06 au 02/07 puis du 12/09 au 13/09
- Prise de connaissance lors de la mission de juillet 2016 de l'existence d'un méplat en fond des GV issus des lingots 120 tonnes permettant des contrôles

Mesure de carbone sur les fonds JCFC 120 tonnes

Mesures de carbone par spectrométrie : les mesures ont été réalisées sur tous les réacteurs qui se sont arrêtés depuis mai 2016

% C moyen	% C max
0,324	0,389



- Les teneurs en carbone maximales mesurées sont supérieures à l'attendu (jusqu'à 0,39%)
- Une campagne de contre-mesures réalisées avec d'autres machines et d'autres opérateurs a confirmé les valeurs obtenues
- La démonstration d'intégrité a nécessité de se prononcer sur le comportement mécanique d'une zone ségréguée à 0,4% de carbone et sur la teneur attendue en peau interne

accessibilité : interne EDF, Copyright 2016



Exemple des mesures de carbone sur un GV JCFC 120 tonnes (pas de 50mm)_{9/13}

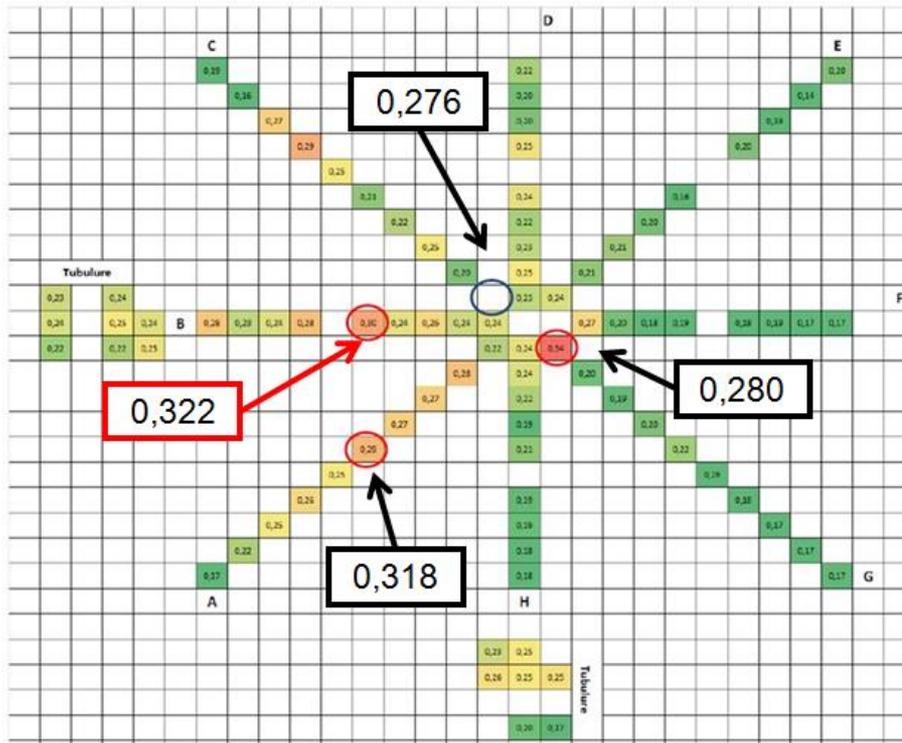
Dossier de justification d'aptitude au service

- ❑ EDF a transmis le 7 octobre 2016 un dossier de justification pour les fonds JCFC 120 tonnes
- ❑ EDF a complété ce dossier le 15 novembre 2016, dans le cadre de l'instruction
- ❑ Le dossier contient :
 - Les propriétés mécaniques enveloppes à retenir pour un acier ségrégué en carbone à hauteur de 0,40%,
 - La description des transitoires thermo-hydrauliques à considérer, de type chocs chauds et chocs froids,
 - L'identification de mesures compensatoires (ex. température du circuit de refroidissement à l'arrêt, limitation du gradient de température pour les transitoires)
 - La justification des tailles de défauts à retenir pour les analyses mécaniques,
 - Les résultats des analyses mécaniques, selon RCC-M, indiquant les Facteurs de Marge minimaux, en toutes situation, en cohérence avec les mesures d'exploitation mises en œuvre sur les réacteurs concernés.

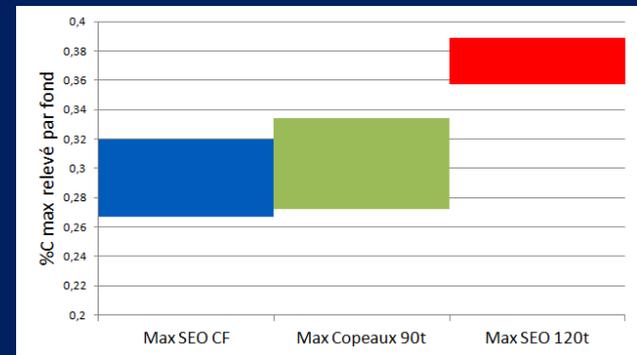
FONDS PRIMAIRES DE FABRICATION JCFC 90 tonnes

☐ Mesures de carbone par spectrométrie et prélèvements de copeaux :

% C moyen	% C max
Non significatif	0,334



→ Les fonds 90t présentent une ségrégation majeure positive légèrement supérieure à celles des fonds Creusot Forge



→ A la demande de l'ASN, la démonstration d'intégrité a été instruite de manière similaire à celle des fonds JCFC issus d'un lingot 120t

Solde des contrôles, autorisation de redémarrage des réacteurs

Tous les éléments transmis sur ce sujet ont confirmé les conclusions de notre dossier du 7 octobre 2016 sur l'aptitude des Générateurs de vapeur du Parc en exploitation à fonctionner en toute sûreté.

Après instruction de l'IRSN et de l'ASN, le dossier générique pour les réacteurs du palier 900 MW, équipés de fonds de GV JCFC 120 tonnes, a été approuvé par l'ASN le 5 décembre 2016.

EDF a ensuite dû présenter pour chacun de ses réacteurs un dossier spécifique s'appuyant sur ce dossier générique et sur les mesures réalisées sur le réacteur concerné. C'est ce dossier spécifique à chaque réacteur qui a permis à l'ASN d'autoriser le redémarrage de chacun des réacteurs 900 MW équipés de fonds de GV JCFC 120 tonnes.

EDF a également produit, selon les mêmes principes, un dossier pour les réacteurs 1450 MW (N4) de Civaux. Ce dossier a été approuvé par l'ASN le 17 janvier 2017. Après instruction de ce dossier, les réacteurs de Civaux ont également été autorisés à redémarrer.

Communication et information du public

Au-delà des communiqués régulièrement publiés par EDF et de l'information régulière de l'ASN, une communication a été régulièrement réalisée, au travers notamment des instances suivantes :

- **30/06/2016** : Information faite au HCTISN sur les éléments connus à date
- **25/10/2016** : Audition devant l'Office Parlementaire d'Evaluation des Choix Scientifiques et Techniques
- **06/12/2016** : Présentation complète faite au HCTISN
- **07/12/2016** : Présentation détaillée faite aux experts du Groupe Permanent ESPN convoqué par l'ASN
- Des présentations dans les CLI des CNPE concernés
- Réponses à de nombreuses sollicitations médiatiques nationales et locales sur ce sujet.