

LES FISSURATIONS DES ADAPTATEURS DE COUVERCLE DE CUVE

(Quelques éléments d'analyse à partir du rapport fourni à la Commission de surveillance de Fessenheim)

Inconel 600

Les manchettes des adaptateurs sont en inconel 600, alliage connu depuis 1959 pour fissurer à 350°C, même dans l'eau pure («effet Coriou», CEA). Le choix par EDF de cet alliage conduit à un désormais classique phénomène générique de corrosion sous contrainte en milieu primaire.

La fabrication des adaptateurs

Pour espérer comprendre comment les fissurations dépendent (ou non) du mode d'élaboration il faut avoir un répertoire précis des conditions de fabrication.

Les manchettes d'adaptateur sont usinées dans des barres forgées. Les modes d'élaboration ont varié pour les couvercles CPO :

«De nombreuses coulées ont été utilisées pour fabriquer les manchettes d'adaptateurs des couvercles CPO avec des modes d'élaboration allant de l'élaboration à l'air au four électrique jusqu'à la refusion sous vide ou sous laitier».

On constate les anomalies graves suivantes :

Le nombre de barres issues de chaque coulée n'est pas connu et le nombre d'adaptateurs usinés dans chaque barre n'est pas connu ! La filiation adaptateurs/coulées est connue mais il est spécifié qu'une barre peut présenter une structure variable (donc une sensibilité à la corrosion variable). Ceci revient à mettre en cause **la qualité de la coulée** elle même.

On ne peut même pas garantir que le mode d'élaboration ait été le même pour tous les adaptateurs d'un couvercle déterminé.

L'élaboration des manchettes d'adaptateurs s'apparente à une loterie ! , Ceci est inadmissible. Comment s'assurer qu'EDF respecte une assurance-qualité pour les autres composants métallurgiques alors qu'elle ne la respecte pas pour des éléments essentiels du circuit primaire ?

Chaque adaptateur se présente ainsi comme un cas particulier et il est donc nécessaire de vérifier tous les adaptateurs de tous les couvercles.

Le soudage des adaptateurs

«On relève surtout que les séquences de soudage n'étaient ni spécifiées, ni documentées et ne faisaient pas l'objet d'une attention particulière à l'égard des déformations des adaptateurs».

Là encore, comme pour la fabrication, c'est l'amateurisme total :

- absence d'archivage
- absence de spécification de soudage

C'est cela l'assurance-qualité et le contrôle-qualité de la défense en profondeur ?

Le dégagement en pied de l'adaptateur

La pratique de l'usinage d'un dégagement à l'intérieur de la partie basse de l'adaptateur est propre à Framatome. Ceci est préoccupant compte tenu du manque de sérieux dans les spécifications comme on vient de le voir précédemment. De plus, il ne peut y avoir d'échanges avec les autres constructeurs étrangers pour le retour d'expérience.

Le frettage

Il serait important d'évaluer la contribution des contraintes entraînées par le frettage pas seulement sur l'adaptateur central, le moins atteint en principe. La méthode de frettage utilisée correspond-elle à la licence Westinghouse ? Elle dépend du constructeur. Quelle est l'influence de la «valeur de l'interférence du diamètre et la géométrie de l'alésage» qui varient selon les constructeurs ?

Les fissurations

On a pu constater à propos des fissurations des manchettes d'adaptateur en inconel 600 le manque de fiabilité de prévision des spécialistes et la non-maîtrise par EDF des problèmes métallurgiques.

Les premières fissures observées sont longitudinales. Les adaptateurs sont «ovalisés» par suite de l'existence de contraintes. Il a été constaté sur le couvercle de Fessenheim que les adaptateurs fissurés présentaient une ovalisation supérieure à 1,26mm. Cependant, des adaptateurs non fissurés sont plus ovalisés, jusqu'à 1,46 mm. L'ovalisation apparaît ainsi comme une condition nécessaire à la fissuration mais pas une condition suffisante.

Des lois d'amorçage des fissures et de propagation des fissures liant temps et température ont été énoncées (Rapport P. Tanguy, 1991). Selon ces lois les spécialistes pensaient que le palier CPY où la température du couvercle est inférieure à celle du palier CPO (290°C au lieu de 315°C) ne serait pas affecté par les fissures et on s'apprêtait à abaisser la température du dôme du palier des 1300 MWe pour éviter la fissuration.

Les contrôles complets des couvercles effectués sur Blayais 1 et Gravelines 4 qui font partie du palier des 900 MWe de 2ème génération, le palier CPY, ont montré des fissures sur quelques traversées ruinant l'hypothèse de départ sur les «lois» d'amorçage et de propagation des fissures. Des fissures ont été trouvées sur des couvercles des réacteurs récents de 1300 MWe. C'est donc tout le parc électronucléaire qui est désormais affecté.

Etat des contrôles (Magnuc 21/1/93 et Magnuc 17/2/93 [])

Contrôles complets

		couplage au réseau	Nbre de manchons défectueux	remarques sur les manchons et couvercles
900 MWe, CPO (315°)	Bugey 2	10/5/78	6	couv. remplacé au prochain rechargt. Défauts des manchons laissés en état 1 manchon remplacé (celui qui a fui) couv. neuf de la centrale de Lemoniz 1 réparé
	Bugey 3	21/9/78	2	
	Bugey 4	8/3/79	8	
	Flam. 1	4/12/85	1	
PWR 1300 (315°)	Paluel 1	22/6/84	0	
	Paluel 2	14/9/84	0	
	St Alban 2	3/7/86	0 [1]	
900 MWe, CPY (290°)	Blayais 1	12/6/81	3	remis en marche, l'évolution doit être mesurée dans 4 mois réparation du plus affecté
	Grav. 4	14/6/81	4 [5]	
	Tricastin4	12/6/81	[1]	

contrôles partiels

900 MWe, CPO	Bugey 5	31/7/79	2	couv. remplacé au prochain rechargt.
	Fess.1	6/4/77	1	
PWR, 1300	Catten.1	13/11/80	1	réparation des plus affectés
	Paluel4		5	
	St Alban 1	11/4/86 30/8/85	2	
900 MWe, CPY	Fess.2	7/10/77	0	
	Flam.2	18/7/86	0	
	Paluel 3	30/9/85	0	

Origine des fissurations

Il n'y a pas eu de qualification structurale des adaptateurs avant la mise en route des réacteurs. Pour espérer trouver l'origine des fissurations observées actuellement il faudrait au minimum avoir eu, au préalable, des précisions sur la microstructure des différentes coulées et l'influence des traitements mécaniques et thermiques sur les adaptateurs. Ceci n'a pas été fait. Il paraît donc difficile, voire impossible, de faire des études sérieuses maintenant.

Systèmes de détection des fuites.

Il est précisé, dans le rapport communiqué à la Commission, qu'il est nécessaire de ne pas avoir de corrosion de l'acier ferritique du couvercle par le liquide primaire ce qui pourrait conduire à la perte d'intégrité du couvercle. Il faut donc pouvoir détecter des fuites faibles en espérant qu'une fuite faible restant confinée dans un alésage (d'où risque de corrosion) n'entraînerait qu'une vitesse de corrosion faible de quelques microns par an. Au cas où la fuite faible se déverse sur le couvercle, on estime que la vitesse de corrosion serait conservativement de 50 mm par an et la fuite serait détectée par les systèmes de détection performants mis en place.

Des systèmes de détection de fuites de l'ordre de 1l/h sont mis en place (chaîne de mesure à l'azote 13) sur Fessenheim 1 et tout le palier CPO ainsi que Cattenom 1, Flamanville 1, Paluel 2 et St Alban 2. Un autre détecteur est en cours de validation à Paluel 1, 4 et St Alban 1 basé sur la mesure de l'hygrométrie de l'air.

Au Blayais1, (3 manchons fissurés) un système de détection est installé sur chaque manchon.

Importance pour la sûreté. Fissures longitudinales et circonférentielles.

Tout l'édifice de sûreté par détection de fuites faibles est basé sur l'absence de fissure circonférentielle. Une fissure circonférentielle ne serait pas détectable au préalable par une fuite si la fissure se propage rapidement et conduit à la rupture du manchon.

«A ce jour, sur plus de 700 adaptateurs contrôlés, aucune fissure circonférentielle initiée à l'intérieur des adaptateurs n'a été constatée»[Il y en a plus de 3000 à contrôler]. Toutefois il a été mis en évidence sur Bugey 3 des débuts de fissuration circonférentielle (Magnuc, 27/1/93), dans la zone de la soudure à l'extérieur de l'adaptateur qui seraient dus à la corrosion par de l'eau primaire «suite à la traversée de fissure longitudinale».

Une rupture brutale d'un adaptateur par fissuration circonférentielle *«nécessiterait la mise en oeuvre de procédures accidentelles afin de ramener le réacteur dans un état sûr»*.

Une rupture brutale du manchon peut entraîner le déboîtement de l'adaptateur hors de la traversée et induire l'éjection de la tige de commande de la grappe de contrôle correspondante. Dans le cas des premiers réacteurs du palier CPO il n'avait pas été étudié de fonction anti-éjection ce qui est une erreur de conception grave.

Un dispositif anti-éjection est mis en place sur les réacteurs 900 MWe.

Des changements de couvercle sont prévus et, en attendant, les adaptateurs défectueux sont réparés. La stratégie d'EDF s'est modifiée au cours du temps au fur à mesure de la mise en évidence de la fissuration d'adaptateurs sur l'ensemble du parc, indépendamment de la température du dôme. Soulignons que des réacteurs récents couplés au réseau en 1986 comme Paluel 4 et St Alban 2 sont aussi affectés.

Situation accidentelle résultant d'une rupture brutale d'un manchon.

Le missile créé peut induire des dégradations importantes avec brèche dans le dôme.

Cela se traduirait par l'éjection de l'une des grappes de commande qui régule les réactions nucléaires dans la cuve et par une montée en puissance dont on a du mal à prévoir les effets.

L'éjection d'une grappe de contrôle, par les modifications induites de réactivité, correspond à la catégorie IV des accidents graves hypothétiques dont les conséquences doivent rester «acceptables» A cette catégorie correspondent des rejets radioactifs importants dans l'environnement.

L'arrêt d'urgence : la sensibilité de l'efficacité de l'arrêt d'urgence dépend du nombre de grappes bloquées hors du coeur. L'augmentation du temps de chute des grappes disponibles induit une variation de réactivité.

La conduite de la tranche

Il faut mettre en oeuvre les procédures accidentelles. Ce sont donc les opérateurs qui doivent reprendre manuellement les opérations.. On ne peut que souhaiter qu'ils soient «meilleurs» qu'à Paluel où on a vu récemment des opérateurs procéder à des essais dans des conditions de sûreté inacceptables.

Questions :

Comment les autorités de sûreté peuvent-elles obliger EDF à tenir des archives correctes, à assurer une qualité suivie des composants métallurgiques, à assurer des contrôles qualité corrects ?

Il a été décidé de mettre des dispositifs anti-éjection sur le palier 900 MWe qui existent sur le palier 1300 MWe.

Rappelons que sur le palier 1300 MWe *«on ne prend pas en compte la défaillance du carter des mécanismes de contrôle des grappes en raison de la sévérité des règles de conception, fabrication et contrôle»*. Est-on sûr qu'une rupture d'adaptateur ne conduit pas à une défaillance de carter ?

Comment seront faits les contrôles des adaptateurs eux-mêmes alors qu'une fissuration circonférentielle ne se repère pas par une fuite préalable ?

Il a été décidé de se servir de robots pour contrôler les adaptateurs et également pour les réparer. Connait-on la fiabilité de ces robots ?

Il existe aussi des pénétrations de fond de cuve, certaines en inconel 600, servant aux tubes d'instrumentation interne du coeur. (L'efficacité de l'injection de sécurité est mise en cause si 5 à 13 tubes sont rompus). Comment l'intégrité de ces tubes est-elle suivie ?

Quelles procédures sont mises en oeuvre pour parer aux conséquences de l'éjection d'une grappe de commande correspondant à des accidents de catégorie IV ?

Bella Belbéoch
5 mars 1993