

RÉSUMÉ

Titre : Programme d'étude de l'intégrité du combustible irradié : Rapport sommaire
Rapport n° : NWMO TR-2011-04
Auteur : Jose Freire-Canosa
Organisation : Société de gestion des déchets nucléaires
Date : Février 2011

Résumé

Lorsque les grappes de combustible CANDU sont retirées d'un réacteur nucléaire, elles sont provisoirement entreposées dans des piscines d'eau pour une période d'approximativement sept à dix ans, après quoi elles sont transférées dans des installations d'entreposage à sec autorisées sur le site du réacteur en attendant la construction d'un dépôt géologique en profondeur pour la gestion à long terme du combustible irradié. La plus grande partie du combustible irradié en entreposage à sec au Canada se trouve dans des conteneurs d'entreposage à sec (CES) mis au point par Ontario Power Generation.

Au cours de la période d'entreposage à sec, plusieurs mécanismes tels que la rupture par fluage, la fissuration par corrosion sous contrainte et la fissuration par hydruration retardée pourraient potentiellement altérer l'intégrité des grappes de combustible CANDU. Le Programme d'étude de l'intégrité du combustible irradié a été établi en 2004 dans le but de mieux comprendre les processus qui peuvent avoir une influence sur l'intégrité des grappes de combustible et pour déterminer si ces processus augmentent le risque de défaillance mécanique des grappes de combustible entreposées à sec. Il a été déterminé que la plus importante menace à l'intégrité des grappes de combustible CANDU était la fissuration par hydruration retardée (FHR) des soudures plaques/bouchons d'extrémité, laquelle peut conduire à la défaillance mécanique des soudures des grappes.

Ce rapport offre un aperçu du Programme d'étude de l'intégrité du combustible irradié et des conclusions de ses travaux. Un modèle par éléments finis (MEF) de la grappe de combustible CANDU a été mis au point et testé pour prédire les champs de contrainte des grappes au terme de leur vie utile dans le réacteur. Le « Modèle de contrainte des grappes » est un modèle paramétrique conçu à l'aide du code ANSYS dans le but de faciliter la simulation des diverses conditions de charges et des déformations que subissent les grappes. Les résultats obtenus avec ce modèle ont été vérifiés par des mesures effectuées dans le cadre de tests de déformation sur des grappes commerciales non irradiées soumises à diverses conditions de charge. Les charges appliquées aux grappes de combustible testées couvraient les régimes de contraintes linéaires élastiques et plastiques. Grâce au « Modèle de contrainte des grappes », on a pu obtenir un tracé précis des tendances associées aux données et maintenir une excellente reproductivité des données d'essai.

Pendant la période où le « Modèle de contrainte des grappes » a été mis au point, des expériences en laboratoire ont été effectuées sur des soudures de plaques/bouchons d'extrémité de grappes de combustible CANDU non irradiées artificiellement hydrurées à des teneurs en hydrogène variant de 40 à 60 ppm. Ces expériences avaient pour but de constituer une base de données des facteurs d'intensité des contraintes seuil (KIH) qui pourraient entraîner une défaillance par FHR des soudures. Les valeurs de cette base de données ont été comparées aux facteurs d'intensité de contrainte estimées à l'aide du « Modèle de contrainte des grappes ».

Les résultats de cette évaluation indiquent qu'on peut anticiper des facteurs d'intensité de contrainte maximaux de l'ordre de $3 \text{ MPa m}^{1/2}$ dans le cas des grappes de combustible CANDU de type Pickering à 28 éléments en tenant compte des effets des rayonnements. La base de données du programme d'expérimentation indique que le facteur d'intensité de contrainte seuil pour l'apparition de fissures par FHR serait de l'ordre de 7,6 à $13,6 \text{ MPa m}^{1/2}$. Par conséquent, la FHR ne serait pas susceptible de survenir et les grappes devraient en toute logique maintenir leur intégrité au cours de leur période d'entreposage à sec. Des résultats similaires sont anticipés pour les grappes de combustible CANDU de type Bruce, à 37 éléments.