

La France commande des essais de matériaux au SCK•CEN

En 2015, la France a découvert des concentrations élevées de carbone dans l'acier des générateurs de vapeur de ses centrales nucléaires. Quel est l'effet de cette « ségrégation de carbone » sur les propriétés mécaniques du matériau ? L'Autorité de Sûreté Nucléaire (ASN), l'équivalent français de l'AFCN, a exigé que la sûreté soit démontrée à travers une étude approfondie pour laquelle le SCK•CEN a été sollicité.

En 2015, des ségrégations de carbone ont été découvertes dans le fond et le couvercle de la cuve de l'EPR Flamanville 3 (EPR-FA3, réacteur à eau pressurisée européen de Flamanville). « La ségrégation est un phénomène connu qui se produit à la fabrication pendant la phase de solidification du lingot. Le premier élément qui se cristallise lors de la solidification de l'acier est l'élément le plus commun, à savoir le fer. Les autres éléments d'alliage présents en plus petites quantités (ex. carbone et soufre) sont piégés dans les zones encore liquides et se solidifient en dernier lieu », explique Rachid Chaouadi, chercheur. « Le problème est que lesdites zones de ségrégation présentent une fragilité accrue. » Après cette découverte, l'Autorité de Sûreté Nucléaire (ASN) a chargé les exploitants de vérifier les autres composants. Au total, dans 18 des 58 réacteurs nucléaires français, on a détecté des concentrations élevées de carbone dans l'acier provenant du fond primaire de leurs générateurs de vapeur. « Dans douze réacteurs, il s'est même avéré qu'il s'agissait de concentrations particulièrement élevées », explique Rachid.

Cette découverte a ouvert un débat sur la sécurité des réacteurs existants. « Quel est l'effet de la ségrégation de carbone sur les propriétés de l'acier ? », s'interroge Rachid. Pour clarifier cette question, la France a lancé un programme de recherche. Une partie des tests a été confiée au SCK•CEN. « Nous recevons régulièrement de telles missions et possédons une vaste expertise dans ce domaine. Grâce à cette expertise internationalement reconnue, nous sommes apparus comme un éventuel partenaire indépendant », explique Rachid.



Interroger le métal

L'Autorité de Sûreté Nucléaire française (ASN) a demandé à Électricité de France (EDF), premier groupe énergétique mondial, que l'entreprise vérifie si les propriétés du matériau répondent toujours aux exigences de la norme. L'examen au SCK•CEN a été commandé par Framatome, anciennement Areva NP qui fait maintenant partie du groupe EDF. « La composition différente de l'acier des générateurs de vapeur peut influencer les propriétés mécaniques du matériau », explique Marlies Lambrecht, chercheuse. « Dans nos essais, nous nous sommes donc concentrés sur cet aspect. Les essais que nous avons effectués nous ont permis de déterminer les propriétés mécaniques du matériau, y compris la ténacité ou la résistance à la rupture. » Le SCK•CEN a débuté en mars 2018 et a déjà effectué quelques centaines d'essais. Les essais de résilience de type Charpy n'étaient pas particulièrement favorables. « Il s'agit d'un test standard international dans lequel des chercheurs utilisant un mouton pendule rompent les échantillons », explique Marlies. « Les résultats que nous fournissons sont utilisés dans le cadre de la justification d'EDF à continuer l'exploitation des générateurs de vapeur. »

La plupart des tests mécaniques ont donné les résultats escomptés à l'exception de certains essais Charpy. « L'énergie absorbée lors de la rupture des échantillons était inférieure aux valeurs attendues. Toutefois, nos analyses montrent que les résultats se situent toujours dans les statistiques de la mécanique de la rupture », conclut Rachid Chaouadi.

Afin de réaliser une étude plus approfondie, le contrat actuel a été prolongé. Rachid : « Ces tests ont eu lieu en février et mars 2019. Les résultats sont directement transmis à Framatome qui, sur base de ces résultats et d'autres examens éventuels, pourra constituer un dossier et le transmettre aux autorités compétentes. »

« Grâce à notre expertise internationalement reconnue, nous sommes repris par la France comme partenaire indépendant possible pour les essais et l'analyse des matériaux. »