

# Les réacteurs à eau bouillante, l'accident de la centrale de Fukushima et ses premiers enseignements

## Présentation

■ **Par Alain CALAMAND**, *Coordinateur des Sections Techniques*

Le 11 mars 2011, un séisme de magnitude 9,0 sur l'échelle de Richter<sup>1</sup>, suivi d'une série de vagues de tsunami dévastatrices, ravageait la côte nord-est du Japon, causant la mort ou la disparition de plus de 20 000 personnes.

Cette catastrophe naturelle sans précédent frappait durement la centrale de Fukushima Dai-ichi, endommageant gravement 4 des 6 réacteurs à eau bouillante (REB) du site avec des conséquences radiologiques importantes dans l'environnement. La perte de la source froide et des alimentations électriques allait en effet conduire à la fusion plus ou moins avancée des cœurs de trois réacteurs.

C'est dans ce contexte que la Section Technique 7 ("Technologie et Exploitation des Réacteurs"), appuyée par la Section Technique 4 ("Sûreté, Protection de l'environnement"), a été amenée à organiser les journées d'études des 1<sup>er</sup> et 2 décembre 2011 avec le double objectif de donner une information synthétique sur les réacteurs à eau bouillante et de faire un "point d'étape" sur l'accident de Fukushima : ce que l'on sait de son déroulement, de ses conséquences radiologiques, de l'état actuel du site, ainsi que des premiers enseignements qui en sont d'ores et déjà tirés à la fin de 2011.

Ces deux journées d'études ont ainsi été structurées de manière à regrouper les contributions au sein de quatre sessions : **1. Principales caractéristiques des réacteurs à eau bouillante**, **2. L'accident de Fukushima**, **3. Conséquences radiologiques** et **4. Premiers enseignements**.

■ **La première session visait à donner en 3 présentations les principales caractéristiques des réacteurs à eau bouillante.** On sait que cette technologie, qui n'a pas été retenue en France pour le programme nucléaire, représente à peu près un quart (en puissance installée) du parc mondial des réacteurs à eau légère<sup>2</sup>. La première contribution [1] de cette session brossait un panorama de l'évolution du concept REB de ses origines à nos jours. La deuxième contribution [2] permettait de situer les tranches REB de Fukushima dans ce panorama, décrivait leurs caractéristiques et leur comportement en cas d'accident. La troisième contribution [3] donnait une description détaillée et exhaustive du comportement accidentel des REB, avec un focus intéressant sur les principales différences entre REP et REB en matière de comportement accidentel.

■ **La deuxième session abordait l'accident de Fukushima.** Une première contribution [4] brossait un tableau très complet de l'accident ainsi que de l'état actuel du site. La deuxième contribution [5] proposait une analyse fine des séquences accidentelles qui se sont déroulées dans les tranches 1, 2 et 3 de la centrale. Les simulations des séquences accidentelles ont été recalées chaque fois que possible sur les mesures des paramètres fournies par l'exploitant. Les comportements probables ou issus des calculs de simulation sont clairement mis en évidence pour permettre la compréhension la plus fine possible des différentes cinétiques d'endommagement des cœurs de ces trois tranches, allant jusqu'à la

<sup>1</sup> Le quatrième plus fort séisme jamais enregistré au Japon.

<sup>2</sup> Les réacteurs à eau légère représentent de l'ordre de 88 % (en puissance installée) du parc mondial.

perte d'intégrité des cuves des réacteurs. Dans une troisième contribution [6], on analysait les conséquences radicales de cet accident sur la politique énergétique allemande. Huit réacteurs allaient être arrêtés dans la semaine suivant l'incident et, sur la base du paquet législatif adopté le 30 juin 2011, l'Allemagne allait entériner une fermeture échelonnée des réacteurs restants, se terminant à l'horizon 2022.

Une quatrième contribution [7] présentait le traitement des effluents par le procédé Actiflo-Rad mis en œuvre en un temps record sur le site pour décontaminer les importants volumes d'eau entreposés dans les installations du site, "fermer" le circuit de refroidissement des réacteurs et des piscines de stockage des éléments combustibles et pouvoir rejeter ces effluents en mer dans des conditions acceptables pour l'environnement.

La dernière contribution [8] de cette deuxième session permettait de mieux comprendre les contextes organisationnel et administratif dans lesquels s'inscrit le parc nucléaire japonais.

■ **La troisième session faisait le point des connaissances concernant l'évaluation des conséquences radiologiques.** Dans une première contribution [9], on présentait les conditions de santé, sécurité et radioprotection dans lesquelles s'était déroulé le projet de décontamination mené par AREVA [7]. Les recommandations de la CIPR en matière de situation d'urgence et post-accidentelles étaient commentées dans une deuxième contribution [10]. L'estimation des rejets radioactifs et de leurs conséquences sur l'environnement et les populations était présentée dans une troisième contribution [11].

■ **La quatrième session ambitionnait de faire le tour des premiers enseignements** de la catastrophe de Fukushima à la fin 2011. Il a paru en effet intéressant de faire un point d'étape sur ces premiers enseignements avant même que les autorités de sûreté ne se soient officiellement prononcées. Cette session faisait ainsi le tour des premiers enseignements au Japon [12], et en France, sur les installations des différents exploitants nucléaires : le parc EDF [13], les installations du CEA [14], et celles d'AREVA [15]. Un premier retour sur les dossiers présentés par les exploitants était analysé par l'IRSN en [16]. S'agissant du parc EDF, la définition d'un "noyau dur", ensemble de dispositions matérielles et organisationnelles destinées à prévenir les situations situées au-delà du domaine de dimensionnement et/ou à atténuer les conséquences, va contribuer significativement à accroître la robustesse des installations aux agressions externes.

En conclusion de ces journées d'études, il revenait à un représentant de l'ASN de livrer sa propre analyse des premiers enseignements à tirer de cette catastrophe [17].

#### **Références** (en italiques les présentations faisant l'objet de 7 articles dans le présent dossier)

- [1] *Panorama of the BWR reactors - evolution of the concept - Eckard UHRIG (AREVA)*
- [2] *BWR of the Fukushima nuclear power plants: characteristics of design - Eckard UHRIG (AREVA)*
- [3] *BWRs of Fukushima NPPs and others: safeguard systems, severe accidents accidental situations, proceedings - Martin SONNENKALB (GRS).*
- [4] *Etat actuel des tranches et du site (décembre 2011) - Bertrand BARRE*
- [5] *The Fukushima Daïchi accident - Peter VOLKHOLZ (AREVA)*
- [6] *Bilan des conséquences de l'accident de Fukushima sur la politique énergétique allemande. Joël GUIDEZ (CEA) - Article paru dans la RGN N° 4 Juillet-Août 2011.*
- [7] *Actiflo-Rad - Traitement des effluents sur le site de Fukushima - Thierry PREVOST (AREVA).*
- [8] *Contexte administratif - Organisation de l'exploitant - Contrôles - Dominique OCHEM (CEA).*
- [9] *Conditions d'intervention sur le site de Fukushima - Expérience d'AREVA - Patrick DEVIN (AREVA)*
- [10] *Recommandations de la CIPR pour les situations d'urgence et post-accidentelles (CIPR 109 & 111) - Jean-François LECOMTE (IRSN)*
- [11] *L'accident de Fukushima : quelles émissions radioactives ? Quelles conséquences pour l'environnement et sur les populations ? - Philippe RENAUD (IRSN)*
- [12] *First lessons learned in Japan - Naoto KAMEYAMA (JEPIC)*
- [13] *Parc nucléaire français - Post Fukushima - Evaluations complémentaires de sûreté - Jean-Pierre ROUX (EDF)*
- [14] *Premiers REX [exploitant] - Patrick RAYMOND (CEA).*
- [15] *Premiers REX [exploitant] - Marcel GAC (AREVA)*
- [16] *Premiers REX des dossiers présentés par les exploitants - Karine HERVIOU (IRSN)*
- [17] *Premiers enseignements de la catastrophe de Fukushima - Philippe JAMET (ASN)*