

Fontenay-aux-Roses, le 30 juillet 2012

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

Avis IRSN N° 2012 - 00357

Objet : REP - Centrale nucléaire de Cruas - INB n°112 - Réacteur n°4

Transitoire survenu le 3 juin 2012, ayant soumis la ligne d'expansion du pressuriseur à une température différentielle supérieure à la valeur requise par les STE

Réf. : Lettre ASN n°CODEP-LYO-2012-040443 du 20 juillet 2012

Conformément à la demande de l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) citée en référence, l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) a évalué l'analyse menée par EDF pour justifier la tenue de la ligne d'expansion du pressuriseur qui a été soumise à une température différentielle supérieure à la valeur requise par les spécifications techniques d'exploitation (STE) au cours du refroidissement accéléré du réacteur en arrêt normal sur le système de refroidissement à l'arrêt (AN/RRA) suite au transitoire survenu le 3 juin 2012.

L'IRSN a également examiné l'impact du transitoire de pression et température sur les équipements soumis à une pression ou une température supérieures aux valeurs de dimensionnement (échangeur de soutirage excédentaire et lignes du système RCV situées en aval, réservoir de collecte des effluents primaires), l'impact du déversement de l'eau primaire dans le bâtiment réacteur ainsi que les dispositions prises par l'exploitant pour la remise en conformité de l'installation en vue du redémarrage du réacteur.

Le 3 juin 2012, un événement fortuit est survenu sur le réacteur n°4 de la centrale nucléaire de Cruas lors de son redémarrage après sa visite partielle. Les causes de cet événement sont une erreur de mise en configuration du robinet à trois voies de la ligne de soutirage excédentaire RCV qui, orienté vers le système RPE, a créé une fuite primaire supérieure à 2300 l/h, et une erreur de lignage de la vanne manuelle du système RRI qui, restée en position fermée, a empêché le refroidissement de l'échangeur de soutirage excédentaire sollicité au cours du repli du réacteur en application des procédures accidentelles en approche par état (APE).

Adresse courrier

BP 17
92262 Fontenay-aux-Roses
Cedex France

Siège social

31, av. de la Division Leclerc
92260 Fontenay-aux-Roses
Standard +33 (0)1 58 35 88 88
RCS Nanterre B 440 546 018

La mise en pression et en température du système RCV a entraîné un phénomène de vaporisation du fluide primaire traversant les lignes de soutirage excédentaire situées en aval de l'échangeur de soutirage excédentaire et la sollicitation de plusieurs soupapes de ce système, conduisant à l'éclatement des membranes du réservoir de décharge du pressuriseur et au déversement de 140 m³ d'eau primaire dans le bâtiment réacteur.

Le réservoir de collecte des effluents primaires RPE 001 BA a été alimenté par le système RCV entraînant l'augmentation de sa pression et température. Il en a été de même pour les lignes d'injection aux joints des pompes primaires ; le filtre de la ligne de retour des joints des pompes primaires a fondu sous l'effet de la température et libéré des débris dans le système RCV, notamment dans les lignes situées en amont et en aval jusque dans la pompe de charge RCV n°3 qui était en service pendant le transitoire.

Lors du refroidissement du réacteur en AN/RRA, la vitesse de refroidissement du fluide primaire a dépassé celle des situations de grand refroidissement, conduisant à un refroidissement excessivement rapide des boucles primaires, de 160°C à 32°C environ, tandis que l'eau du pressuriseur est restée à une température élevée supérieure à 188°C. La différence de température de 156°C entre les deux extrémités de la ligne de la ligne d'expansion du pressuriseur qui relie la boucle primaire n°1 au fond du pressuriseur, a dépassé le seuil de 110°C préconisé par les spécifications techniques d'exploitation. L'exploitant a considéré cet écart comme « Ecart nécessitant un analyse mécanique » (ENAM) et a réalisé une analyse pour justifier la tenue mécanique de cette ligne (LEP) sous les sollicitations thermiques subies.

Depuis cet événement, le réacteur n°4 est maintenu en arrêt pour intervention pour procéder aux actions et investigations nécessaires sur les équipements agressés et endommagés en vue de son redémarrage. Un nombre important d'équipements contribuant directement à la sûreté du réacteur pour son fonctionnement ou son confinement ont été impactés par le transitoire.

Justification de la tenue mécanique de la ligne d'expansion du pressuriseur

L'analyse menée pour justifier la tenue mécanique de la ligne d'expansion du pressuriseur a pour objet de vérifier que les contraintes primaires et secondaires dans cette ligne ne dépassent pas les limites admissibles, ce qui permet de s'assurer de l'absence de risque de déformation excessive et progressive sous les sollicitations du transitoire. A cette fin, trois modélisations ont été retenues : la première tient compte des conditions de gradient thermique et de stratification réalistes déduites des températures mesurées sur la ligne ; la deuxième s'appuie sur la distribution de températures du dossier de conception, la troisième modélisation retenant des hypothèses plus sévères. Dans les trois cas, EDF conclut que les contraintes induites par le dépassement de la température différentielle entre le pressuriseur et la branche chaude n°1 ne remettent pas en cause les critères mécaniques relatifs à la deuxième catégorie de situations ; les risques de déformation excessive et progressive sont écartés.

L'IRSN estime que l'analyse réalisée par EDF est recevable.

Concernant la représentativité des différents modèles de chargements thermiques, l'IRSN considère que le chargement nommé réaliste par l'exploitant peut être considéré ainsi car les courbes de températures issues de la boucle n°1 et de la LEP sont très proches et ne montrent que de très faibles

écarts de température. L'IRSN considère que la troisième modélisation représente un chargement très sévère et enveloppe.

La vérification de l'absence de risque de déformation excessive, compte tenu de la pression primaire réduite lors du transitoire, n'appelle pas de remarque de l'IRSN.

Compte tenu des résultats des calculs réalisés à partir des modélisations évoquées ci-avant et notamment à partir de la modélisation n°1 considérée la plus réaliste qui conduit à des contraintes faibles, l'IRSN considère que le risque de déformation progressive dû à ce transitoire peut être écarté. Concernant le risque de fatigue, l'IRSN considère également qu'un seul transitoire n'est pas significatif vis-à-vis de ce risque. De plus, si on retient le cas réaliste, les sollicitations sont faibles. Par contre, cette situation devra être intégrée dans le décompte global des situations.

En conclusion, l'IRSN considère que les sollicitations associées au transitoire n'ont pas dépassé les critères de 2^{ème} catégorie ce qui ne signifie pas pour autant que ce transitoire est un transitoire de 2^{ème} catégorie au sens de la réglementation.

Impact du transitoire sur le ballon RPE 001 BA

Selon les calculs de l'exploitant, le réservoir pourrait avoir subi, pendant une durée d'environ 1h30, une pression interne de 3,8 bars relatifs et une température de 150°C. Ces valeurs sont supérieures aux valeurs maximales de dimensionnement de 2 bars relatifs et de 121°C. La soupape de protection du ballon a été sollicitée mais n'a pas évacué un débit suffisant permettant d'éviter l'augmentation de la pression dans le réservoir qui a dépassé la pression maximale autorisée de 2 bars.

Ce point fait l'objet de l'observation en annexe.

Impact du déversement de l'eau primaire dans le bâtiment réacteur

L'exploitant a indiqué avoir constaté une lame d'eau primaire de 15 à 20 cm de hauteur sur le fond ou radier des structures internes du BR au dessus du niveau - 3,50 m. L'eau a été évacuée et traitée.

Concernant le génie civil et l'enceinte de confinement, l'exploitant a réalisé une expertise après l'incident en se référant au programme de base de maintenance préventive. Cette expertise comprend une inspection visuelle du capotage de protection du mastic de calfeutrement du « joint » placé au niveau - 3,50 m contre la paroi latérale de l'enceinte de confinement et de la peau métallique d'étanchéité de l'enceinte de confinement à proximité du joint. L'exploitant a indiqué n'avoir découvert aucun écart ni dégradation.

Or l'acide borique est susceptible de corroder la peau métallique ou le béton de l'enceinte de confinement si le calfeutrement en mastic du joint n'est plus étanche, en raison notamment du vieillissement des matériaux utilisés. L'IRSN considère donc qu'un contrôle minutieux devra être effectué afin de s'assurer de l'absence d'eau borée dans ce joint.

Un contrôle devra également être effectué sur les équipements impactés par le transitoire pour détecter une présence éventuelle d'acide borique. Un rinçage soigné du niveau -3,50 m du bâtiment réacteur devra en outre être réalisé afin de se prémunir de ce risque.

Ces points font l'objet de la recommandation en annexe.

Pour le Directeur général de l'IRSN,
et par délégation,

F. MÉNAGE

Annexe à l'avis IRSN/2012-00357 du 30 juillet 2012

Recommandation

Impact du déversement de l'eau primaire dans le bâtiment réacteur

L'IRSN recommande que l'exploitant procède, avant le redémarrage de la tranche :

- à l'enlèvement de toute l'eau borée venant du circuit primaire qui est arrivée au niveau - 3,50 m du BR, puis à un rinçage soigné de ce niveau, afin de garantir l'absence d'acide borique ;
- à une vérification de l'intégrité et de l'étanchéité du calfeutrement « mastic » du « joint » périphérique qui protège la peau d'étanchéité métallique de l'enceinte de confinement, afin de garantir l'absence d'eau borée dans ce joint. A ce titre, l'IRSN estime que les actions mentionnées par l'exploitant ne sont pas suffisantes et qu'une expertise a minima par sondage de l'état du mastic est nécessaire ; pour ce faire, il faut déposer partiellement le capotage de protection ;
- au recensement de l'ensemble des équipements immergés avec un constat de leur état de corrosion, en particulier des tirants d'ancrage ;
- à une inspection visuelle de différents composants impactés par l'évènement pour déceler d'éventuels dépôts d'acide borique.

Observation

Impact du transitoire sur le ballon RPE 001 BA

L'IRSN fait remarquer que la soupape de protection censée protéger le ballon 4 RPE 001 BA d'une pression excessive n'a pas assuré sa mission. Ainsi, l'IRSN estime nécessaire que l'exploitant analyse les conditions vues par le réservoir 4 RPE 001 BA et par la soupape 4 RPE 004 VY et se prononce sur la compatibilité des caractéristiques de ces équipements.