

Fontenay-aux-Roses, le 26 mai 2015

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

Avis/IRSN N° 2015-00173

Objet : REP - Centrale nucléaire de Cruas - INB n° 111

Réacteur n° 1 - Déclaration de la modification « BTGV 17 % à Psat abaissé Cruas 1 »

Réf.

1. Lettre ASN CODEP-DCN-2015-001089 du 12 janvier 2015
2. Lettre ASN CODEP-DCN-2011-049727 du 11 octobre 2011

Conformément à la demande formulée par l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) dans la lettre citée en référence [1], l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) a évalué l'acceptabilité au plan de la sûreté de la modification prévue par EDF concernant le bouchage de tubes des générateurs de vapeur (BTGV) prévu lors de l'arrêt actuel du réacteur n°1 de la centrale nucléaire de Cruas, correspondant à sa troisième visite décennale (VD3). Ce réacteur est exploité en gestion de combustible GARANCE.

Un remplacement des générateurs de vapeur (RGV) de ce réacteur était initialement programmé lors de sa VD3. Des difficultés liées à l'application de l'arrêt du 12 décembre 2005 relatif aux équipements sous pression nucléaires et à la fabrication des générateurs de vapeur (GV) de remplacement contraignent EDF à reporter le RGV. EDF prévoit donc de réaliser l'épreuve hydraulique du circuit primaire principal (EHP) lors de la VD3 avec les GV actuels. Dans l'objectif d'obtenir un taux de fuite des tubes des GV acceptable durant l'EHP, EDF prévoit de boucher un nombre important de tubes préalablement à l'épreuve.

La modification consiste à boucher au maximum 17 % des tubes de chaque générateur de vapeur, de type 51B, sans dissymétrie significative¹. Ce bouchage conduira à une baisse de la pression dans les GV en fonctionnement : EDF prévoit ainsi un fonctionnement durant un cycle avec une pression secondaire minimale abaissée de 2,5 bar par rapport aux hypothèses du rapport de sûreté VD3 des réacteurs CPY exploités en gestion GARANCE, et une puissance comprise entre 92 et 98 % de la puissance nominale du réacteur (PN). EDF ne prévoit pas de prolongation de cycle.

Les études de sûreté du référentiel de la gestion de combustible GARANCE en VD3 prennent en compte un taux maximal de bouchage des tubes de générateurs de vapeur de 15 % et une pression de

¹ La dissymétrie de nombre de tubes bouchés entre GV est limitée à 6 %.

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

saturation secondaire supérieure ou égale à 54,7 bar à 100 % PN. EDF a analysé l'impact des nouvelles conditions de fonctionnement vis-à-vis du fonctionnement normal, des études des conditions de fonctionnement de dimensionnement et complémentaires, des chapitres III, IX et X des Règles générales d'exploitation (RGE) et des études mécaniques (risques de surpressions primaires et secondaires, efforts hydrauliques, tenue de la plaque de partition des GV, dossier des situations, risque vibratoire des tubes de GV).

Par rapport à la modification déclarée par EDF, l'ASN souhaite connaître en particulier la réponse de l'IRSN aux questions suivantes :

1. l'acceptabilité de cette modification au plan de la sûreté est-elle correctement justifiée ? En particulier, la démonstration de sûreté relative à tous les transitoires affectés est-elle acceptable ?
2. l'impact de cette modification sur les dossiers mécaniques est-il acceptable au plan de la sûreté ?
3. les limites de fonctionnement telles que définies dans le dossier d'EDF garantissent-elles la tenue du GV compte tenu des conditions de fonctionnement prévues ?
4. les modifications des chapitres III, IX, et X des RGE sont-elles cohérentes et acceptables au plan de la sûreté ?

De manière générale, il convient de rappeler que, à l'issue de la réunion du groupe permanent d'experts pour les réacteurs consacrée au retour d'expérience des réacteurs d'EDF en exploitation et des réacteurs étrangers sur la période 2006-2008, l'ASN a demandé dans la lettre citée en référence [2] « *que les études de sûreté présentées dans le rapport de sûreté soient actualisées, à l'occasion des réexamens de sûreté ou des RGV, pour être rendues cohérentes avec l'état des installations. [EDF veillera] à ce qu'elles prennent en compte les caractéristiques thermohydrauliques représentatives de celles des générateurs de vapeur installés sur les réacteurs, y compris les taux de bouchage des tubes GV envisagés au cours de l'exploitation.* »

Pour répondre à la demande de l'ASN, EDF a proposé une analyse reposant notamment sur des éléments présentés dans sa démarche générique de justification des GV du palier 900 MWe afin d'évaluer l'impact des conditions de fonctionnement du réacteur n°1 de Cruas sur le respect des critères de sûreté. Cette démarche consiste, pour chacun des transitoires du rapport de sûreté du palier 900 MWe, en une analyse d'impact des paramètres caractérisant les GV. Cette dernière, basée sur des analyses physiques ou des études de sensibilité, a pour but de :

- déterminer les caractéristiques des GV pénalisantes à considérer pour la mise en place d'un nouveau GV ou dans le cadre d'un dossier de BTGV ;
- définir un GV hybride² ou bien identifier, parmi l'ensemble des GV à justifier, celui qui est enveloppe de tous les autres, dans le cadre d'une nouvelle étude.

Dans le cadre de la modification relative au réacteur n°1 de Cruas, EDF applique sa démarche de justification des GV pour l'analyse des transitoires du domaine de dimensionnement, du domaine

² GV non installé sur le parc dont les caractéristiques sont enveloppes de plusieurs GV existants.

complémentaire et pour les suppressions impactés de manière défavorable EDF a par ailleurs tenu compte dans son dossier des demandes de l'ASN issues de dossiers similaires.

L'IRSN note qu'EDF n'a pas formellement actualisé l'ensemble des études de sûreté à l'occasion de la VD3 du réacteur n°1 de Cruas, ne répondant pas ainsi explicitement à la demande rappelée ci-avant, formulée par l'ASN dans la lettre citée en référence [2]. L'essentiel de la démonstration de sûreté du réacteur en gestion GARANCE à l'état VD3 repose sur des argumentaires appuyés généralement sur des études de sensibilité.

L'IRSN a examiné l'ensemble des argumentaires et études de sensibilité transmis par EDF en se focalisant plus particulièrement sur les transitoires pour lesquels les nouvelles conditions de fonctionnement du réacteur n°1 de Cruas sont potentiellement plus pénalisantes que celles retenues dans les études de sûreté de la gestion de combustible GARANCE en VD3, ou pour lesquels la démonstration du respect des critères de sûreté résulte d'argumentaires complexes ou superposés.

A l'issue de son analyse, l'IRSN relève qu'EDF n'a pas pris en compte de pénalité permettant de couvrir les effets défavorables du mode de fonctionnement en SCTR (Suivi de charge et télé-réglage) lors de l'évaluation de la sûreté des recharges en combustible en gestion GARANCE VD3. Pourtant, ce mode de fonctionnement est susceptible d'avoir un impact défavorable sur certains transitoires accidentels à considérer dans la démonstration de sûreté. **L'IRSN émet donc la recommandation en annexe 1, générique aux réacteurs à l'état VD3 en gestion de combustible GARANCE.**

Par ailleurs, l'IRSN estime qu'il lui est difficile de se positionner vis-à-vis de la potentielle anomalie affectant les études de rupture de tuyauterie vapeur (RTV) réalisées avec la méthode découplée améliorée (MDA). L'IRSN considère donc qu'EDF devrait évaluer la nécessité de déclarer une anomalie affectant les études de RTV réalisées avec la MDA à l'aune des résultats des études de sensibilité réalisées dans le cadre de l'instruction de la méthode utilisée pour l'étude correspondante du réacteur EPR de Flamanville n°3. L'IRSN considère enfin que les études de référence devraient prendre en compte les hypothèses pénalisantes applicables au référentiel GARANCE VD3. **Ces points font l'objet des observations n°1 et n°3 en annexe 2.**

Sous réserve de la prise en compte de la recommandation ci-dessus, l'IRSN estime que la démonstration de sûreté relative aux transitoires affectés par la modification est acceptable.

En ce qui concerne les efforts hydrauliques sur les composants en fonctionnement normal ou en situation accidentelle et donc la tenue de ces composants, les nouvelles conditions de fonctionnement du réacteur n°1 de Cruas, et notamment le fonctionnement à puissance réduite, ont des effets défavorables qui n'ont pas été quantifiés par EDF dans son dossier. A cet égard, EDF a notamment indiqué que la justification de la tenue des composants internes de la cuve dans certaines situations accidentelles pour des points de fonctionnement à puissance ou température primaire réduite est en cours de traitement en prévision des VD4 des réacteurs de 900 MWe. Cependant, en cours d'instruction, EDF a transmis une évaluation de la variation, par rapport à l'état avant bouchage, des efforts hydrauliques engendrée par l'exploitation à la puissance minimale envisagée après bouchage à 17 % des tubes, ainsi que la vérification correspondante de l'absence de remise en cause de la tenue mécanique des matériels en situation accidentelle en tenant compte des marges existantes. Ces éléments ont permis de lever les réserves de l'IRSN relatives à la tenue des composants aux efforts hydrauliques en situation accidentelle. La vérification du comportement mécanique de l'anneau

support de cuve est cependant affectée d'une anomalie d'étude, ne mettant pas en cause la conclusion de l'étude. **Ce point fait l'objet de l'observation n° 2 en annexe 2.**

EDF s'est par ailleurs engagé en cours d'instruction à ce que les défauts de fabrication présents sur le GV3 soient à nouveau contrôlés lors de la visite décennale en cours et que les analyses mécaniques correspondantes soient éventuellement reprises en fonction de ces résultats.

En conclusion, l'IRSN estime que l'impact de la modification sur les dossiers mécaniques est acceptable au plan de la sûreté.

En ce qui concerne la tenue du GV compte tenu des limites de fonctionnement retenues, l'IRSN estime que la méthode de démonstration de la tenue vibratoire des tubes GV est acceptable. De plus, EDF s'est engagé à vérifier lors des examens télévisuels prévus pendant l'arrêt pour la VD3 et par le suivi de la pression au dôme des GV que les valeurs retenues pour le colmatage et la résistance d'encrassement sont pénalisantes en ce qui concerne l'évaluation du risque d'instabilité fluide-élastique des tubes de GV. **En conclusion, compte tenu des engagements d'EDF, l'IRSN estime que les limites de fonctionnement définies dans le dossier d'EDF permettent d'estimer que le bouchage des tubes prévu ne remet pas en cause le bon comportement vibratoire des tubes des générateurs de vapeur.**

EDF a par ailleurs justifié les modifications apportées aux RGE du réacteur n° 1 de Cruas, qui portent notamment sur la limitation du domaine de fonctionnement autorisé des GV prescrit dans les Spécifications techniques d'exploitation (STE) au chapitre III des RGE, celle-ci intégrant la limite imposée par la tenue vibratoire des tubes GV. Dans son dossier, EDF n'avait pas intégré une limite en puissance à 98 % PN, limite pourtant retenue pour démontrer la tenue des tubes des GV. En réponse à une interrogation de l'IRSN à ce sujet, EDF s'est engagé à intégrer dans les STE une limitation de la puissance du réacteur à 98 % PN dans le domaine d'exploitation RP (Réacteur en production), ceci de manière cohérente avec les hypothèses prises en compte dans la démonstration de sûreté.

Compte tenu d'un fonctionnement prévu à puissance réduite, les modifications portent également sur la réévaluation des incertitudes prises en compte lors de la réalisation des essais périodiques de mesure du débit d'eau dans le circuit primaire, prescrits dans le chapitre IX des RGE, et sur l'acceptabilité au plan de la sûreté de la réalisation des essais physiques prescrits dans le chapitre X des RGE. **A l'issue de son analyse, l'IRSN n'a pas relevé d'éléments susceptibles de mettre en cause la pertinence de ces essais, qui seront réalisés dans des conditions modifiées.**

En ce qui concerne les modifications des chapitres III, IX et X des RGE, compte tenu de l'analyse réalisée sur ces points, des justifications apportées par EDF en cours d'instruction et des engagements pris par EDF, l'IRSN estime que celles-ci sont cohérentes et acceptables au plan de la sûreté.

En conclusion, l'IRSN constate que le dossier d'EDF ne répond pas formellement à la demande formulée par l'ASN en 2011 par la lettre en référence [2], qui requiert « *que les études de sûreté présentées dans le rapport de sûreté [soient] actualisées, à l'occasion des réexamens de sûreté [...], pour être rendues cohérentes avec l'état des installations* ». Cependant, et sous réserve de la recommandation en annexe, l'IRSN estime acceptable, du point de vue de la sûreté, la modification du réacteur n° 1 de la centrale nucléaire de Cruas, telle que déclarée par EDF.

L'ensemble des éléments permettant de justifier la démonstration de sûreté de Cruas n°1, et notamment ceux transmis par EDF au cours de l'instruction technique menée par l'IRSN, devraient être intégrés au rapport de sûreté. Ce point fait l'objet de l'observation n°4 en annexe 2.

Pour le Directeur général, par ordre,

Frédéric MÉNAGE

Adjoint au Directeur de l'expertise de sûreté

Annexe 1 à l'avis IRSN/2015-00173 du 26 mai 2015

Recommandation

Recommandation:

L'IRSN recommande qu'EDF prenne en compte le mode de fonctionnement en suivi de charge et télé-réglage lors de l'évaluation de la sûreté des recharges des réacteurs à l'état VD3 en gestion de combustible GARANCE. À cet égard, l'IRSN estimerait acceptable l'application des pénalités suivantes :

- pénalités de 0,5 % sur les facteurs de points chauds radiaux toutes grappes extraites et de 0,2 % sur les facteurs de points chauds radiaux groupes R et G1 insérés ;
- pénalité de 2 % sur le facteur d'élévation d'enthalpie pour le transitoire de retrait incontrôlé d'une grappe de régulation en puissance ;
- pénalité de 2 % sur le facteur d'élévation d'enthalpie pour le transitoire de chute de grappe(s).

Observations

Observation N° 1 :

L'IRSN considère qu'EDF devrait évaluer la nécessité de déclarer une anomalie affectant les études de rupture importante d'une tuyauterie vapeur (RTV) réalisées avec la méthode découplée améliorée à l'aune des résultats des études de sensibilité réalisées dans le cadre de l'instruction de la méthode utilisée pour l'étude de la RTV (phase moyen terme) du réacteur EPR de Flamanville n° 3.

Observation N° 2 :

L'IRSN considère qu'EDF devrait réévaluer le comportement mécanique de l'anneau support de cuve en traitant l'anomalie concernant sa surface d'appui.

Observation N° 3 :

L'IRSN considère qu'EDF devrait intégrer les résultats de la reprise d'étude du transitoire de mauvais fonctionnement de l'eau alimentaire normale en puissance (MFEAN 100 % PN), réalisée avec le GV 55/19 RU dans le cadre du dossier GV 55/19 RP en gestion GARANCE VD3, dans la note d'étude de référence du transitoire de MFEAN applicable au référentiel GARANCE VD3.

Observation N° 4 :

L'IRSN considère qu'EDF devrait intégrer au rapport de sûreté du réacteur n° 1 de Cruas l'ensemble des éléments permettant de justifier la démonstration de sûreté avec un BTGV de 17 % et une baisse de la pression secondaire de 2,5 bar, et notamment ceux transmis au cours de l'instruction technique.