



DIRECTION DES CENTRALES NUCLEAIRES

Montrouge, le 3 décembre 2013

Réf. : CODEP-DCN-2013-056415

Monsieur le Directeur
Division Production Nucléaire
EDF
Site Cap Ampère – 1 place Pleyel
93 282 SAINT-DENIS CEDEX

Objet : Réacteurs électronucléaires - EDF - Palier 1300 MWe
Réexamen de sûreté associé à la troisième visite décennale des réacteurs (VD3 1300)
Risques de surpression à froid du circuit primaire principal (CPP)

Monsieur le Directeur,

Dans le cadre du réexamen de sûreté associé aux troisièmes visites décennales (VD3) des réacteurs électronucléaires de 1300 MWe, Électricité de France (EDF) a transmis à l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) des études relatives aux situations de surpression à froid du circuit primaire principal (CPP).

Une situation de surpression à froid correspond à une situation où la pression du CPP est supérieure à 100 bar et la température du métal de la cuve du réacteur est initialement ou devient, au cours d'un transitoire, inférieure à sa température de transition ductile/fragile (RT_{nd}) estimée à 90 °C. Une telle situation pourrait conduire à une rupture brutale de la cuve et entraîner des rejets radioactifs importants avec une cinétique qui ne permettrait pas la mise en œuvre à temps des mesures nécessaires de protection des populations.

L'objectif des études réalisées dans le cadre du réexamen VD3-1300 est d'apporter la démonstration de l'élimination pratique de ces situations, c'est-à-dire de vérifier que les dispositions de prévention prises à l'encontre de ces situations permettent de considérer leur survenance comme extrêmement improbable avec un haut degré de confiance.

Ces études ont ainsi consisté à :

- identifier les scénarios pouvant conduire à une surpression à froid du CPP ;
- identifier, pour chacun de ces scénarios, les événements déclencheurs associés et leurs fréquences d'occurrence respectives ;
- quantifier et analyser la fréquence des situations de surpression à froid pouvant survenir à la suite de ces événements déclencheurs.

Sur la base de ces études, EDF considère que le risque global de surpression à froid des réacteurs du palier 1300 MWe est suffisamment faible pour démontrer l'élimination pratique des situations de surpression à froid sans nécessiter de modification dans le cadre du réexamen VD3 1300.

*

Au terme de son instruction réalisée avec l'appui de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN), l'ASN note que les études transmises par EDF dans le cadre du réexamen de sûreté VD3 1300 présentent pour la grande majorité des scénarios étudiés une quantification probabiliste du risque effectivement suffisamment faible et robuste pour pouvoir conclure à l'élimination pratique d'une situation de surpression à froid.

L'ASN considère toutefois que les études transmises par EDF ne permettent pas de conclure à l'élimination pratique d'une situation de surpression à froid dans le cas particulier de scénarios de brèche primaire de taille inférieure à 5 pouces dans les états où le circuit de refroidissement du réacteur à l'arrêt (RRA) est connecté au CPP. L'ASN considère donc que des modifications permettant de réduire significativement le risque de surpression à froid associé à ces scénarios doivent être étudiées par EDF dans le cadre du réexamen de sûreté VD3 1300.

L'ASN relève également que l'instruction réalisée par l'IRSN des études de surpression à froid transmises par EDF a fait apparaître une quantification probabiliste significative de quelques scénarios associés à des transitoires accidentels combinant une pression élevée du CPP et des chocs thermiques susceptibles d'induire localement une température du métal de la cuve inférieure à la RT_{ndt} .

L'ASN considère qu'EDF doit donc compléter son dossier de tenue en service des cuves du palier 1300 MWe à l'état VD3 pour y inclure l'examen des conséquences de ces scénarios au regard d'un risque de rupture de la cuve afin de vérifier s'il est nécessaire ou non d'étudier des modifications complémentaires en vue d'une élimination pratique de ces séquences.

Vous trouverez en annexe 1 les demandes de l'ASN relatives à ces deux points.

*

Enfin, au-delà du réexamen VD3 1300, l'ASN considère qu'EDF doit poursuivre ses efforts pour améliorer le fondement de la quantification et de l'évaluation des incertitudes associées à des actions de conduite inopportunes par les opérateurs et dont la très faible probabilité d'occurrence peut se révéler déterminante pour démontrer l'élimination pratique d'une situation de surpression à froid.

Vous trouverez en annexe 2 la demande de l'ASN relative à ce point.

Je vous prie d'agréer, Monsieur le Directeur, l'expression de ma considération distinguée.

Le directeur de la DCN,

Thomas HOUDRÉ

Demandses de l'ASN

à prendre en compte dans le cadre du réexamen VD3 1300

A. Risques de surpression à froid dans les états où le circuit de refroidissement du réacteur à l'arrêt (RRA) est connecté au CPP

Dans les états du réacteur où le système RRA est connecté et où la température du primaire est inférieure à 90°C¹, la protection contre les surpressions à froid du CPP est assurée par les soupapes du circuit RRA.

En cas de brèche sur le circuit RRA nécessitant son isolement complet et impliquant donc l'indisponibilité des soupapes RRA, la protection du CPP contre une surpression à froid est alors assurée soit par le lignage de la soupape de sûreté RCV 10 VP de la ligne de décharge du circuit de contrôle volumétrique et chimique (procédure de conduite incidentelle ECPR2), soit par l'ouverture des soupapes de sûreté du pressuriseur (procédure de conduite incidentelle ECPR4).

Dans le cas des brèches relevant de l'application de la procédure ECPR2, le lignage de la soupape de sûreté RCV 10 VP n'est possible que si la ligne de décharge RCV est disponible, c'est-à-dire tant que le niveau d'eau dans le pressuriseur est supérieur au seuil « bas niveau pressuriseur » MIN2. Pour l'étude du risque de surpression à froid dans ces scénarios, EDF a donc distingué deux cas :

1. les brèches pour lesquelles le démarrage de l'injection de sécurité (IS) est réalisé lorsque le niveau d'eau dans le pressuriseur est supérieur au seuil « bas niveau pressuriseur » MIN2 et pour lesquelles le lignage de la soupape RCV 10 VP est alors possible avant l'isolement complet du RRA ;
2. les brèches pour lesquelles le démarrage de l'injection de sécurité (IS) est réalisé lorsque le niveau pressuriseur est inférieur au seuil « bas niveau pressuriseur » MIN2 et pour lesquelles le lignage de la soupape RCV 10 VP n'est possible qu'après l'isolement complet du RRA, à partir du moment où le niveau du pressuriseur redevient supérieur au seuil MIN2 et avant l'atteinte des conditions de surpression à froid.

Sur la base du résultat de ses études, EDF considère que la probabilité d'une situation de surpression à froid résultant de l'ensemble des scénarios de brèches relevant de l'application de la procédure ECPR2 est suffisamment faible pour conclure à une élimination pratique de ces séquences.

*

L'ASN relève que pour les brèches sur le circuit RRA inférieures à 5 pouces correspondant au premier type de scénarios², la mise en service manuelle de l'IS est nécessaire pour maintenir le niveau d'eau dans le pressuriseur au dessus du seuil MIN2 et ainsi permettre le lignage de la soupape RCV 10 VP avant l'isolement du RRA. L'ASN note à cet égard que le critère de conduite prévu dans la procédure ECPR2 pour la mise en service rapide de l'IS par les opérateurs est associé à l'apparition d'une des alarmes de l'enceinte « *pression MAX 1 enceinte* » ou « *activité enceinte seuil 2* ».

¹ Température retenue de manière conservatrice comme valeur de RT_{ndt} de la cuve

² Brèches pour lesquelles le démarrage de l'injection de sécurité (IS) est réalisé lorsque le niveau d'eau dans le pressuriseur est supérieur au seuil « bas niveau pressuriseur » MIN2

Or l'ASN constate qu'EDF n'a pas correctement pris en compte dans sa modélisation la possibilité, pour les situations de brèche primaire dans les états où le RRA est connecté, que ces seuils ne soient pas atteints dans un délai compatible avec la mise en service manuelle de l'injection de sécurité avant que le niveau d'eau du pressuriseur ne descende sous le seuil MIN2. En cas de non démarrage de l'IS avant l'atteinte du seuil MIN2, le déroulement du scénario devient alors équivalent au second type de scénarios étudié par EDF pour lesquels la probabilité d'échec du lignage de la soupape RCV 10 VP du fait d'erreurs humaines est elle-même beaucoup plus importante compte tenu du délai court dont dispose alors l'opérateur pour réaliser le lignage.

Sur la base de ces éléments, l'ASN estime que les résultats présentés par EDF sous-évaluent significativement la probabilité d'une situation de surpression à froid résultant d'une brèche inférieure à 5 pouces sur le circuit RRA et considère que ces études ne permettent pas de conclure à l'élimination pratique de ces séquences.

L'ASN rappelle enfin que, dans le cadre du réexamen de sûreté associé aux troisièmes visites décennales des réacteurs du palier 900 MWe (VD3 900), EDF a retenu une modification visant à assurer une protection du CPP contre le risque de surpression à froid dans les états du réacteur où le système RRA est connecté au circuit primaire par un abaissement, dans ces états, du seuil de tarage des soupapes du pressuriseur. Pour autant l'ASN constate qu'aucune modification similaire n'est proposée par EDF pour le palier 1300 MWe.

Demande n°1 : L'ASN vous demande, dans le cadre du réexamen de sûreté VD3 1300, de proposer des modifications visant à renforcer les dispositions de protection du CPP contre les situations de surpression à froid dans les états du réacteur où le RRA est connecté.

B. Compléments d'étude de la tenue en service des cuves du palier 1300 MWe en cas de chocs froids

L'ASN relève que l'instruction par l'IRSN des études de surpression à froid transmises par EDF a permis de mettre en avant une quantification probabiliste non négligeable de certains scénarios associés à des transitoires accidentels combinant une pression élevée du CPP et des chocs thermiques susceptibles d'induire localement une température du métal de la cuve inférieure à la RT_{ndr} . Il s'agit :

- des scénarios de démarrage intempestif de la fonction de borication automatique (FBA) à la suite d'une perte des alimentations électriques externes ;
- des scénarios de démarrage intempestif de la FBA lors de la réalisation de l'essai périodique RCP006 « contrôle de la décroissance du débit primaire » programmé tous les deux cycles³ ;
- des transitoires de perte des alimentations électriques externes conduisant à l'arrêt des groupes motopompes primaires (GMPP) et à une ouverture de la ligne de décharge du pressuriseur avec une refermeture retardée.

Ces scénarios ne sont actuellement pas couverts par les études réalisées par EDF dans le cadre du réexamen de sûreté VD3 1300. EDF a indiqué, en fin d'instruction, son intention de traiter ces scénarios de chocs froids dans le cadre du dossier de tenue en service des cuves des réacteurs de 1300 MWe.

³ Cf. événement significatif survenu le 4 mai 2008 sur le réacteur n° 1 de Nogent

Demande n°2.a : L'ASN vous confirme la nécessité d'examiner les conséquences de ces scénarios de chocs froids au regard d'un risque de rupture de la cuve afin de vérifier s'il est nécessaire ou non d'étudier des modifications complémentaires dans le cadre du réexamen de sûreté VD3 1300 en vue d'une élimination pratique de ces séquences. L'ASN vous demande pour cela de mettre à jour sous 4 mois votre dossier de tenue en service des cuves des réacteurs de 1300 MWe en prenant en compte ces scénarios.

L'ASN rappelle par ailleurs qu'EDF envisage mettre en œuvre sur les réacteurs du palier 1300 MWe une modification forçant l'arrêt des GMPP en situation de brèche primaire.

Concernant l'impact de cette modification sur les situations de chocs froids, l'ASN souligne qu'EDF n'a pas transmis de justification que l'automatisme d'arrêt des GMPP, prévu d'être sollicité pour des brèches primaires supérieures ou égale à 2 pouces, serait suffisamment discriminant pour ne jamais être déclenché par l'ouverture intempestive d'une soupape du pressuriseur assimilée à une brèche de 1,8 pouces.

L'ASN relève que si une telle sollicitation de l'arrêt automatique des GMPP à la suite d'une ouverture intempestive d'une soupape du pressuriseur devait être postulée, alors la probabilité des situations de chocs froids associés ne serait pas négligeable et ne permettrait donc pas de conclure à l'élimination pratique de ces séquences.

Demande 2.b : L'ASN vous demande donc dans le cadre du réexamen de sûreté VD3 1300 :

- **soit de justifier, sous trois mois, que le signal prévu pour l'automatisme d'arrêt des GMPP en situation de brèche primaire sera suffisamment discriminant pour ne jamais déclencher en cas d'ouverture intempestive d'une soupape du pressuriseur assimilée à une brèche de 1,8 pouces ;**
- **soit d'ajouter, dans le cadre de la demande 2.a relative aux compléments du dossier de tenue en service des cuves, l'étude du scénario d'une ouverture intempestive d'une soupape du pressuriseur suivi d'un arrêt automatique des GMPP.**

Demande de l'ASN
à prendre en compte au-delà du réexamen VD3 1300

Réévaluation des séquences associées à un isolement inopportun du RRA par l'équipe de conduite

Sur la base des résultats de la méthode MERMOS, EDF avait évalué en 2000 la probabilité d'erreur humaine d'isolement inopportun du RRA à $3,6 \cdot 10^{-8}$ par année réacteur en considérant deux erreurs humaines successives et indépendantes pour l'isolement des deux files RRA.

Compte tenu de la faible probabilité de cette action inopportune, EDF n'a pas estimé nécessaire d'étudier dans le cadre du réexamen de sûreté associé aux VD3-1300 le risque de surpression à froid correspondant aux scénarios d'isolement inopportun du RRA par l'équipe de conduite à la suite d'une sollicitation d'une soupape du RRA.

L'ASN considère que la position d'EDF est acceptable dans le cadre du réexamen VD3 1300 compte-tenu de l'état de l'art de la quantification probabiliste des erreurs humaines de type « action inopportune ».

L'ASN rappelle toutefois que l'élimination pratique d'une situation nécessite de disposer d'une démonstration permettant de considérer sa survenance comme extrêmement improbable avec un haut degré de confiance.

L'ASN souligne que, par rapport à cette exigence d'un haut niveau de confiance, la quantification des actions inopportunes reste encore aujourd'hui délicate et présente de fortes incertitudes.

Alors que le guide d'application de la méthode MERMOS recommande l'examen de la conduite d'accidents par des opérateurs sur simulateur en complément de l'analyse du retour d'expérience, l'ASN constate qu'EDF :

- n'a pas effectué d'analyse approfondie du retour d'expérience sur les réacteurs électronucléaires en fonctionnement en France ou à l'étranger des erreurs humaines de type « action inopportune » ;
- a réalisé, pour la construction de la méthode MERMOS, un nombre très limité d'essais sur simulateur dans les états où le système RRA est connecté au circuit primaire.

Demande n°3 :

L'ASN vous demande, dans la perspective du prochain réexamen de sûreté VD4 900, de consolider la quantification et de l'évaluation des incertitudes associées à des actions de conduite inopportunes par les opérateurs et dont la très faible probabilité d'occurrence peut se révéler déterminante pour démontrer l'élimination pratique d'une situation de surpression à froid.

A cet effet, l'ASN vous demande d'engager une analyse approfondie du retour d'expérience national et international concernant les erreurs humaines de type « action inopportune » et d'effectuer, en complément de cette analyse, des essais sur simulateur.