

Fontenay-aux-Roses, le 21 décembre 2011

Monsieur le président de l'Autorité de sûreté nucléaire

Avis/IRSN N° 2011 - 525

Objet : Phénomène vibratoire sur le système ASG - Palier P4

Réf. : [1] Courrier ASN CODEP-DCN-2011-059635 du 24 octobre 2011 « Phénomène vibratoire sur le système ASG ».
[2] Courrier ASN CODEP-DCN-2011-004250 du 24 janvier 2011 « Phénomène vibratoire sur le système ASG ».
[3] Avis IRSN 2010-234 du 3 décembre 2010 « Phénomène vibratoire sur le système ASG - palier P4.

À la demande de l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) [1], l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) a évalué l'acceptabilité, sur le plan de la sûreté, des réponses apportées par l'exploitant aux demandes de l'ASN en référence [2] relatives au comportement atypique des pompes du circuit d'alimentation de secours des générateurs de vapeur (ASG) des réacteurs du palier P4.

Le système ASG a pour fonction d'alimenter en eau les générateurs de vapeur (GV) lorsque le réacteur est à l'arrêt ou lors de situations accidentelles. Sur le palier 1300 MWe, le circuit ASG comporte deux voies redondantes, constituée chacune d'une motopompe (MPS) et d'une turbopompe (TPS) aspirant dans une bache commune. Il est utilisé, d'une part en fonctionnement normal, lorsque l'alimentation des GV par le circuit d'eau alimentaire normal (ARE) n'est pas possible, d'autre part en situation incidentelle ou accidentelle pour évacuer la puissance résiduelle du cœur et ramener le réacteur dans un état sûr.

Adresse courrier
BP 17
92262 Fontenay-aux-Roses
Cedex France

A la suite de l'observation en 2008 du comportement atypique des motopompes ASG du réacteur n°2, l'exploitant de Flamanville a réalisé des essais et une analyse approfondie lors de la deuxième visite décennale du réacteur en 2010. Les différentes configurations de fonctionnement testées ont ainsi confirmé la présence de vibrations importantes au niveau des tuyauteries situées à l'aspiration des MPS ASG lorsque celles-ci fonctionnent à débit nul et que le volume d'eau dans la bache ASG est inférieur à 800 m³.

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

Afin de confirmer le caractère générique de ce comportement vibratoire atypique aux trois sites du palier P4, l'exploitant de Paluel a réalisé en 2010 des essais complémentaires sur le réacteur n°1 alors en arrêt pour rechargement. Bien que les conditions d'apparition du phénomène ne soient pas

rigoureusement identiques entre les sites de Paluel et de Flamanville, ces essais ont permis à EDF de valider le caractère générique de ce phénomène vibratoire. En effet, il est lié à des pulsations de pression générées à l'entrée de la motopompe et dépend des mêmes paramètres, à savoir le niveau d'eau dans la bêche ASG et le débit d'injection des MPS, et suit les mêmes tendances. En effet, le phénomène vibratoire s'intensifie avec la baisse du volume d'eau dans la bêche ASG et diminue lorsque le débit de la motopompe augmente. Dans l'attente de la définition et de la mise en œuvre d'une solution technique, EDF a déployé des mesures compensatoires sur l'ensemble des réacteurs du palier P4, afin d'éviter les configurations de fonctionnement où le phénomène vibratoire apparaît. Ces mesures concernent principalement le maintien d'un niveau d'eau haut dans la bêche ASG en exploitation normale et des préconisations pour la gestion des motopompes ASG par les équipes locales de crise du site en situation incidentelle ou accidentelle. Enfin, une surveillance en local des tuyauteries situées à l'aspiration des motopompes ASG serait à réaliser en cas de fonctionnement dans les conditions à éviter. En l'absence d'essais sur les TPS ASG, EDF leur étend ces mesures compensatoires. L'acceptabilité de ces mesures compensatoires a fait l'objet d'une instruction de la part de l'IRSN en 2010 [3].

Dans le cadre de cette évaluation, l'IRSN a également formulé des recommandations portant sur l'occurrence de cette problématique sur les autres paliers dont :

- la suffisance et la pertinence des essais de requalification réalisés sur les MPS du palier P'4 qui avaient connu des problèmes similaires en 1986 ainsi que la transmission des gammes d'essais de requalification renseignées ;
- le caractère potentiellement générique de cette problématique pour les MPS des réacteurs des autres paliers (CP0, CPY et N4) compte-tenu des similitudes observées sur le réacteur n°4 de Cruas en 2005 ;
- le caractère générique aux autres réacteurs du palier P4 du phénomène de résonance observé sur la ligne à débit nul de la MPS voie A sur le réacteur n°1 de Paluel, ainsi que la solution pour supprimer ce phénomène avec son planning de mise en œuvre.

Dans son courrier en référence [2], l'ASN a repris l'ensemble des recommandations formulées par l'IRSN. Dans ce présent avis, l'IRSN examine les réponses apportées par EDF.

Afin de supprimer le phénomène vibratoire observé à l'aspiration des motopompes ASG des réacteurs, EDF propose de mettre en place une disposition pérenne à partir de 2012 sur l'ensemble des réacteurs du palier P4, après expérimentation au préalable sur un site tête de série. Elle consisterait en une modification des motopompes ASG implantées sur les réacteurs du palier P4. **Ce point n'appelle pas, à ce stade, de remarque particulière.**

Pour les réacteurs du palier P'4, EDF a déjà apporté des modifications aux motopompes ASG, à la suite des phénomènes similaires observés lors du démarrage des réacteurs de Cattenom. Ces modifications ont été validées chez le constructeur et sur le site de Cattenom. Par ailleurs, différents essais réalisés en mai 2011 sur une motopompe P'4, installée sur le site de Flamanville (P4), n'ont pas mis en évidence de phénomène de pulsations de pression. Sur la base de ces éléments, EDF estime que les essais de requalification réalisés au démarrage des réacteurs de Cattenom, à l'issue des

modifications des motopompes ASG, sont suffisants. **Ces éléments n'appellent pas de remarque de la part de l'IRSN.**

Pour les réacteurs du palier N4, les essais effectués lors du démarrage de l'installation sur les MPS ont été réalisés sur débit nul avec un volume d'eau dans la bache ASG supérieur à 834 m³. Par ailleurs, les tuyauteries ASG ont fait l'objet de contrôles vibratoires dans différentes configurations tout en conservant un niveau d'eau dans la bache supérieur à 834 m³. Cependant, aucune mesure n'ayant été réalisée pour des niveaux d'eau dans la bache ASG inférieur à 834 m³, EDF prévoit de réaliser une série d'essais sur un de ces réacteurs dans des configurations similaires à celles testées sur les sites de Flamanville en 2010 et de Paluel en 2011. **Ce point n'appelle pas de remarque de la part de l'IRSN.**

Pour les réacteurs du palier CP0, EDF indique que la présence d'un clapet au refoulement des motopompes ASG qui régule le débit d'injection et interdit les bas débits et l'absence de retour d'expérience lié à cette problématique sur les réacteurs du palier CP0, permettent de conclure au bon fonctionnement des motopompes ASG du train CP0 dans l'ensemble des configurations rencontrées. L'IRSN souligne que, malgré la présence de ce clapet et l'absence de retour d'expérience de pulsation de pression observé sur le système ASG des réacteurs du palier CP0, EDF n'a réalisé aucune vérification du bon fonctionnement des motopompes ASG avec un faible niveau d'eau dans la bache ASG et un bas débit d'injection des motopompes ASG. De plus, l'IRSN estime qu'EDF n'a pas démontré que la présence du clapet permet d'avoir un débit résultant suffisant dans cette configuration pour éviter la survenue du phénomène vibratoire. De ce fait, l'IRSN considère que le bon fonctionnement des motopompes ASG sur le palier CP0 dans l'ensemble des configurations pouvant être rencontrées n'est pas vérifié en l'absence de tels essais.

Pour les réacteurs du le palier CPY, EDF indique que des essais ont été réalisés sur les motopompes ASG du réacteur n°4 de Cruas à l'issue du phénomène vibratoire atypique observé en 2005 avec des niveaux d'eau dans la bache ASG de 640 m³ (bache pleine) et de 400 m³ en configuration recirculation. Ces essais étant satisfaisants, EDF considère que le bon fonctionnement des motopompes ASG du train CPY, dans l'ensemble des configurations rencontrées, est garanti. Sur ce point, l'IRSN note qu'aucune vérification du bon fonctionnement des motopompes ASG avec un faible niveau d'eau dans la bache ASG et un bas débit d'injection des motopompes ASG n'a été réalisée. En effet, les essais sur site ont uniquement été réalisés pour des niveaux hauts dans la bache ASG (640 m³, soit la bache pleine et 400 m³).

Selon l'IRSN, les éléments apportés par EDF sur les paliers CP0 et CPY ne permettent pas de conclure au bon fonctionnement des motopompes ASG pour l'ensemble des configurations possibles. **Ce point fait l'objet de la recommandation n° 1 en annexe.**

Pour l'ensemble des paliers (P4, P'4, CP0, CPY et N4), l'IRSN note que les turbopompes ASG n'ont pas fait l'objet d'essais. Pour rappel, celles-ci possèdent la même partie hydraulique que celles des motopompes. Par ailleurs, les motopompes ASG ont une vitesse de rotation fixe à la différence des turbopompes dont la vitesse est variable.

L'IRSN considère qu'EDF n'a pas apporté les éléments techniques permettant d'appréhender le comportement du système ASG lors du fonctionnement des TPS. Ainsi, selon l'IRSN, le comportement

vibratoire des TPS doit être vérifié pour les configurations déjà testées pour les MPS des réacteurs P4 et pour différents régimes de vitesse. Ce point fait l'objet de la recommandation n°2 en annexe.

Les essais et mesures à réaliser par EDF devraient permettre d'identifier la présence éventuelle de fréquences privilégiées et de caractériser la source vibratoire. L'analyse vibratoire transmise par EDF à la suite des essais réalisés sur les motopompes du palier P4 étant jugée perfectible par l'IRSN, ce point fait l'objet de l'observation n°1 en annexe.

Par ailleurs, le bilan des interventions récentes sur les motopompes ASG du palier P4 a révélé la présence de traces d'érosion. Or, le contrôle endoscopique de la 1^{ère} roue de ces motopompes, préconisé sur le palier P'4, pour vérifier l'absence de telles dégradations qui peuvent être générées par des pulsations de pression, n'est pas appliqué aux réacteurs du palier P4. Ce point fait l'objet de l'observation n°2 présentée en annexe.

Enfin, lors des essais réalisés sur le site de Paluel, des vibrations importantes ont également été observées sur la ligne à débit nul de la MPS voie A du réacteur n°1, indépendamment de la problématique vibratoire, évoquée ci-avant, à l'aspiration des motopompes sur le palier P4.

Ce phénomène de résonance local et spécifique de la ligne à débit nul pourrait concerner les autres paliers, EDF poursuit ses investigations afin de définir une solution pérenne pour supprimer ce phénomène. L'IRSN rappelle que la campagne d'essais réalisée sur la ligne de débit nul des MPS des réacteurs P4 montre également un phénomène de résonance sur la motopompe de type P'4 installée sur le réacteur n°1 de Flamanville (P4).

Par ailleurs, EDF n'a pas présenté d'éléments de caractérisation du phénomène de résonance sur les lignes de débits nul des motopompes des autres paliers.

Ces éléments conduisent l'IRSN à formuler la recommandation n°3 en annexe.

En conclusion, sous réserve de la prise en compte de ces recommandations et observations, l'IRSN estime acceptables les réponses formulées par l'exploitant aux demandes de l'ASN en référence [2] relatives au comportement atypique des pompes du circuit d'alimentation de secours des générateurs de vapeur (ASG) des réacteurs du palier P4.

P. QUENTIN

RECOMMANDATIONS

RECOMMANDATION N° 1 : PALIERS CP0 ET CPY

L'IRSN recommande qu'EDF réalise, sur les paliers CP0 et CPY, les essais nécessaires pour valider le fonctionnement vibratoire des motopompes ASG et des tuyauteries associées dans les configurations d'utilisation du système ASG les plus pénalisantes notamment avec un bas débit d'injection et un faible niveau d'eau dans la bache ASG.

RECOMMANDATION N° 2 : TPS DU PALIER P4

L'IRSN recommande qu'EDF valide le comportement du système ASG lors du fonctionnement des TPS, présentes sur les paliers P4, P'4, N4, CP0 et CPY, dans les configurations déjà testées pour les MPS des réacteurs P4 et pour différents régimes de vitesse.

RECOMMANDATION N° 3 : LIGNE DE DEBIT NUL DES MOTOPOMPES ASG

L'IRSN recommande qu'EDF caractérise le comportement vibratoire de la ligne de débit nul des MPS et également des TPS des réacteurs de l'ensemble des paliers.

OBSERVATIONS

OBSERVATION N° 1 : ESSAIS ET MESURES A VENIR

Afin d'identifier la présence éventuelle de fréquences privilégiées et de caractériser la source vibratoire, l'IRSN estime, pour les essais et mesures à venir, qu'EDF devrait procéder à des analyses dans le domaine temporel et spectral, en comparant conjointement et de manière synchronisée les signaux issus des capteurs de vibrations et ceux issus des capteurs de pression.

OBSERVATION N° 2: CONTROLE ENDOSCOPIQUE DE LA PREMIERE ROUE DES POMPES ASG

L'IRSN estime qu'EDF devrait se prononcer sur l'intérêt et la nécessité de généraliser au palier P4, les contrôles endoscopiques de la 1^{ère} roue des motopompes ASG étant réalisés sur le palier P'4.