

Fontenay-aux-Roses, le 28 juin 2016

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

Avis IRSN N° 2016-00216

Objet : REP - Centrale nucléaire de Cruas - INB 112  
Réacteur n° 4 - Prolongation de l'exploitation du moteur diesel du groupe électrogène de secours de la voie A au-delà de l'échéance de la révision en usine prévue par le programme de maintenance préventive.

Réf. : [1] Lettre ASN - CODEP-DCN-2016-018760 du 9 mai 2016.  
[2] Décision ASN - 2014-DC-0444 du 15 juillet 2014.  
[3] Avis IRSN - 2011-00130 du 30 mars 2011.  
[4] Lettre ASN - CODEP-DCN-2015-042199 du 5 janvier 2016.

En réponse à la saisine de l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) en référence [1], l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) a évalué l'acceptabilité du point de vue de la sûreté de la prolongation de l'exploitation du moteur diesel du groupe électrogène de secours de la voie A (LHP) du réacteur n° 4 de la centrale nucléaire de Cruas au-delà de l'échéance de 25 ans + 2 /- 5 ans prévue dans le Programme de base de maintenance préventive (PBMP) de ces équipements. Ce moteur diesel, qui date de l'origine de la construction du réacteur, n'a pas pu être remplacé comme prévu lors de la 3<sup>e</sup> visite décennale en cours de ce réacteur, car aucun moteur diesel de rechange n'est actuellement disponible. En effet, le dernier moteur diesel disponible a été utilisé par EDF en mars 2016 sur un réacteur de Gravelines à la suite d'une avarie d'un moteur diesel en place.

Cette évaluation est menée dans le cadre des justifications demandées par l'ASN dans sa décision en référence [2], relative aux arrêts et aux redémarrages des réacteurs, en vue de démontrer, avant la divergence du réacteur n° 4 de la centrale de Cruas, l'aptitude de l'installation à fonctionner durant le cycle d'exploitation à venir du réacteur. La situation des autres moteurs diesels du parc en exploitation sera traitée dans un avis ultérieur.

L'analyse effectuée par l'IRSN a porté principalement sur l'historique de la maintenance réalisée sur le moteur diesel de la voie A du réacteur n° 4 de la centrale nucléaire de Cruas depuis l'origine, le dernier bilan de santé réalisé en 2015 sur ce moteur ainsi que les éléments relatifs au suivi de l'exploitation et au traitement des écarts issus du bilan « matériels » établi par l'exploitant. L'IRSN a également pris en compte le suivi de tendance établi de 2013 à 2015 des essais de démarrage et de basculement de source (de périodicité cycle) réalisés sur le diesel LHP.

**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

Toutefois, l'IRSN considère que, pour évaluer l'acceptabilité du report de la visite du diesel de la voie A, il convient d'apprécier la fiabilité de la ligne de défense redondante. Aussi, cette même analyse a-t-elle été effectuée sur le diesel de la voie B (LHQ). Enfin, la disponibilité du diesel d'ultime secours (LHT) a également été examinée.

Tout d'abord, l'IRSN rappelle que la maintenance préventive des moteurs diesel du palier CPY (900 MWe) prévoit deux visites importantes de périodicité 10 cycles et cinq cycles durant lesquelles sont réalisés respectivement :

- **pour la visite 10 cycles** : la dépose des pistons et le contrôle de la gorge du segment supérieur, le remplacement de la segmentation, le contrôle visuel des chemises et des culasses et des joints associés, le contrôle des bielles et le remplacement des coussinets ;
- **pour la visite cinq cycles** : le contrôle endoscopique des chambres de combustion, des chemises et des culasses.

#### **Diesel de la voie A (LHP)**

L'analyse des écarts présents sur le diesel de la voie A a fait ressortir les points suivants :

- **Fissuration des pistons**

Les dernières visites de ce type ont été réalisées sur le diesel LHP (voie A) en 2006 (visite 10 cycles) et 2012 (visite 5 cycles). Aucune visite de ce type n'a été programmée lors de l'arrêt de 2016 du réacteur malgré le report de l'échange standard du diesel. Or lors de la visite de 2012, l'exploitant a constaté la présence de fissures sur les arêtes de la chambre de combustion des pistons n° 2, 4 et 10, dont les plus longues sont de 7 mm sur le piston n° 4 et 10 mm sur le piston n° 10.

En 2012, l'analyse effectuée par l'exploitant a fait ressortir que ces fissures atteignent ou dépassent le critère de 7 mm au-delà desquels il est recommandé le remplacement de ces pistons pour les moteurs des centrales nucléaires. Néanmoins, le constructeur a considéré que ce critère de longueur pouvait être étendu temporairement à 15 mm, à condition que les autres critères relatifs au nombre et à la position des fissures soient respectés. Il a de plus préconisé à l'exploitant de réaliser tous les ans des contrôles permettant de surveiller l'évolution de ces fissures.

Bien que les contrôles endoscopiques annuels effectués depuis 2013 n'aient pas révélé d'évolution significative des fissures ni la présence de nouvelles fissures sur ces trois pistons, **l'IRSN estime que l'exploitant doit démontrer que la disponibilité du diesel n'est pas remise en cause par la fissuration de ces pistons lors d'un fonctionnement prolongé.** Les premiers éléments présentés par l'exploitant sur ce point ne sont pas suffisamment étayés pour permettre à l'IRSN de se positionner. En effet, EDF indique que la relaxation du critère, concernant la longueur des fissures, de 7 mm à 15 mm, est basée sur l'expérience acquise par le constructeur lors des essais de validation des coussinets de nouvelle génération, sans autre précision sur la représentativité de ces essais vis-à-vis de la problématique de la fissuration des pistons. **Si cette**

justification ne pouvait être apportée, les pistons fissurés devraient être remplacés au plus tôt. Ce point fait l'objet de la recommandation n° 1 en annexe 1.

- **Fissuration des culasses**

L'historique de maintenance depuis 2006 présenté par l'exploitant ne fait pas apparaître d'écarts relatifs à la problématique de fissuration des culasses qui est surveillée dans le cadre des visites de périodicité cinq cycles. Ce point n'appelle pas de remarque de la part de l'IRSN.

- **Usure prématurée des coussinets de têtes de bielles**

Le diesel LHP est équipé de coussinets de bielles de la marque d'origine, qui ont été mis en place lors de la visite 10 cycles de 2006, et qui ne dépassent donc pas la durée maximale de 13 ans retenue par EDF pour ces composants dans le cadre de la surveillance liée à la problématique des coussinets de bielles de deuxième génération [3].

Les mesures de la teneur en plomb dans l'huile permettant de détecter une éventuelle dégradation des coussinets en place dans ce diesel ne présentent pas d'anomalie.

- **Vieillessement des flexibles**

Ce diesel est équipé de flexibles dont l'âge actuel est de 10 cycles pour les « flexibles chauds » et 18 cycles pour les flexibles « non chauds permanents ». En regard des échéances prévues par le prescritif de maintenance en vigueur<sup>1</sup>, les « flexibles chauds » devront, en tout état de cause, être remplacés au prochain arrêt du réacteur.

La liste des ordres d'intervention et des fiches d'écarts présentée par l'exploitant ne fait pas ressortir d'autres écarts ou des actions de maintenance non réalisées susceptibles d'affecter la disponibilité du diesel de la voie A.

Compte tenu de l'ensemble des éléments cités supra, EDF considère que le moteur du diesel LHP ne présente pas d'écart ou de défaut mettant en évidence un vieillissement non maîtrisé et que son exploitation peut être prolongée durant le prochain cycle du réacteur malgré le report de la révision en usine. À cet égard, il considère que le report de sa révision en usine en 2017 ne constitue pas un écart dans la mesure où une visite de périodicité « cycle » a été réalisée en 2016.

Toutefois, l'IRSN estime qu'EDF devrait tracer cet écart au programme de base de maintenance préventive. Ce point fait l'objet de l'observation en annexe 2.

### **Diesel de la voie B (LHQ)**

Le moteur diesel de la voie B (LHQ) du réacteur a été remplacé en échange standard en 2010 et a été équipé, lors de la visite cinq cycles en 2016 du réacteur, de coussinets actuels de troisième génération, conformément à la stratégie de traitement de la problématique d'usure prématurée des coussinets de deuxième génération. Ceux-ci ne présentent pas d'anomalie. De plus, d'après les éléments présentés par l'exploitant, les « flexibles chauds » et « non chauds permanents » ont été remplacés soit lors de l'échange standard en 2010, soit lors de l'arrêt en cours, ce qui est acceptable en regard des dispositions prévues par le programme de maintenance préventive de ces équipements. Ce point n'appelle de remarque de l'IRSN.

---

<sup>1</sup> Actuellement, la position d'EDF est que les flexibles non chauds permanents soient âgés d'au maximum 20 cycles ± 5 à condition que ces flexibles sur le diesel de l'autre voie soient âgés d'au maximum 18 ans.

En outre, la liste des ordres d'intervention et des fiches d'écarts concernant ce diesel présentée par l'exploitant ne fait pas ressortir d'écarts ou d'actions de maintenance non réalisées susceptibles d'affecter la disponibilité de cet équipement.

#### **Contrôle des ancrages des tuyauteries des deux diesels**

L'exploitant a réalisé, durant l'arrêt de 2016 en cours du réacteur n° 4 de Cruas, les contrôles des ancrages des tuyauteries des diesels du réacteur prévus conformément à la demande<sup>2</sup> de l'ASN [4] relative à l'écart de conformité à caractère générique concernant la température élevée pouvant régner dans le local du groupe turboalternateur de production de 380 V d'ultime secours (LLS). Ces contrôles n'ont pas révélé d'écart, excepté quelques écarts de freinage de visserie de supports qui ont été résorbés durant l'arrêt en cours. Ce point n'appelle de remarque de l'IRSN.

#### **Bilans de santé des diesels du réacteur n° 4**

L'exploitant a présenté les bilans de santé de 2015 des deux diesels. Ces bilans présentent les valeurs des principaux paramètres mécaniques de fonctionnement du moteur diesel (tels que les températures d'échappement et les pressions et températures d'air comburant de suralimentation) et de ses circuits auxiliaires (combustible, lubrification et refroidissement) lors des essais réalisés sur les cinq dernières années et leur valeur moyenne. Ils présentent également les paramètres électriques de fonctionnement du groupe diesel (fréquence, tension et puissance aux bornes de l'alternateur). Il apparaît que ces valeurs sont correctes en regard des critères des Règles générales d'exploitation (RGE) et sont stables, excepté pour ce qui concerne les températures d'échappement du moteur des deux diesels LHP et LHQ qui présentent des valeurs assez élevées.

Concernant le diesel LHP, l'IRSN a en effet relevé une valeur de 553 °C de la température moyenne des cylindres en 2015, ce qui est supérieur au critère des RGE de type B<sup>3</sup> qui fixe une température maximum de 500 °C. Cette température respecte cependant le critère de type A<sup>4</sup> fixant la température maximum à 580 °C. La valeur de cette température moyenne sur le diesel LHQ est de 534 °C (valeur moyenne de 2015) et ne respecte donc pas non plus le critère des RGE de type B. Aucune fiche d'écart traçant ces écarts et présentant une analyse de l'acceptabilité du non-respect de ce critère n'a été transmise à l'IRSN. Par ailleurs, l'IRSN ne dispose pas des résultats des essais réalisés en 2016. Aussi, l'IRSN estime que l'exploitant doit se positionner sur la disponibilité de ces deux diesels en cas de fonctionnement prolongé, compte tenu des valeurs relevées des températures d'échappement. À défaut, ces écarts devront être résorbés au plus tôt. **Ce point fait l'objet de la recommandation n° 2 en annexe 1.**

---

<sup>2</sup> Cette demande consiste à réaliser des contrôles au titre des programmes de base de maintenance préventive relatifs aux ancrages des matériels dont l'indisponibilité pourrait remettre en cause la disponibilité du groupe électrogène diesel, notamment en cas de séisme, si ces contrôles n'ont pas déjà été réalisés, au plus tard dès le prochain arrêt du réacteur.

<sup>3</sup> Sont classés en groupe B les critères d'essais dont **l'évolution est caractéristique de la dégradation d'un équipement ou d'une fonction** sans que pour cela ses performances ou sa disponibilité soient, après analyse, remises en cause. Le non-respect de ce critère ne compromet pas directement les objectifs de sûreté.

<sup>4</sup> Sont classés en groupe A les critères d'essais périodiques dont le non-respect compromet un ou plusieurs objectifs de sûreté. Ces critères sont issus des études de sûreté ou sont représentatifs de l'indisponibilité des matériels.

D'après les éléments de suivi de tendance de 2013, 2014 et 2015 des résultats des essais en charge (partielle et totale) des deux diesels présentés par l'exploitant, les paramètres de fonctionnement (temps de démarrage, fréquences et tensions électriques) et les paramètres mécaniques de fonctionnement des différents circuits d'air comburant, de lubrification, de refroidissement et de combustible ne font pas ressortir d'autres dépassements d'un critère RGE de type A ou B.

Toutefois, EDF signale que, lors de l'arrêt de 2016 du réacteur, un réglage du vérin limiteur d'injection du moteur diesel de la voie B (LHQ) a dû être réalisé en raison d'un temps de démarrage trop court du diesel. De plus, il apparaît que, sur les deux diesels de ce réacteur, les critères RGE de type B des températures d'huile et d'eau de refroidissement haute température sont susceptibles d'être légèrement dépassés lorsque la température ambiante extérieure est élevée (35 °C). L'exploitant considère que cet écart n'est pas de nature à remettre en cause la disponibilité de ces diesels dans ces conditions. Ce point n'appelle de remarque de l'IRSN.

#### **Disponibilité du diesel d'ultime secours et opérabilité de la procédure incidentelle de réalimentation mutuelle entre deux réacteurs**

Le diesel d'ultime secours LHT de la centrale nucléaire de Cruas a été remplacé en mars 2015 et est équipé de coussinets de bielles de troisième génération.

L'exploitant a par ailleurs précisé que la procédure « I-LHT 2 » de réalimentation d'un réacteur par le diesel d'un autre réacteur de la centrale est opérationnelle. Sa validation à blanc a été effectuée en 2011. Ce point n'appelle de remarque de l'IRSN.

#### **Planification du prochain remplacement du diesel LHP**

Au cours de l'instruction, l'exploitant a précisé que la révision en usine du diesel LHP du réacteur n° 4 de la centrale de Cruas est actuellement prévue en 2017. L'IRSN estime que cette échéance ne devra pas être dépassée. **Ce point fait l'objet de la recommandation n° 3 en annexe 1.**

#### **Conclusion**

En conclusion de cette évaluation, et sous réserve de la prise en compte des recommandations présentées en annexe, l'IRSN considère que la prolongation pour un cycle de l'exploitation du moteur diesel du groupe électrogène de secours LHP du réacteur n° 4 de la centrale de Cruas au-delà de l'échéance de la révision en usine prévue par le programme de base de maintenance préventive est acceptable.

Pour le Directeur général et par délégation,  
Frédérique PICHEREAU  
Adjoint au directeur de l'expertise de sûreté

Annexe 1 à l'avis IRSN/2016-00216 du 28 juin 2016

**Recommandations**

**Recommandation n° 1 :**

L'IRSN recommande que l'exploitant du réacteur n° 4 de la centrale nucléaire de Cruas démontre que la disponibilité du diesel n'est pas remise en cause par la fissuration des pistons n° 2, 4 et 10 du moteur diesel de la voie A (LHP) lors d'un fonctionnement prolongé de ce diesel. À défaut, il procédera au remplacement de ces pistons au plus tôt.

**Recommandation n° 2 :**

L'IRSN recommande que l'exploitant du réacteur n° 4 de Cruas se positionne sur l'acceptabilité des valeurs de température d'échappement des deux moteurs diesel vis-à-vis d'un fonctionnement prolongé de ces diesels. À défaut, ces écarts devront être résorbés au plus tôt.

**Recommandation n° 3 :**

L'IRSN recommande la révision en usine du moteur diesel de la voie A du réacteur n° 4 de Cruas soit réalisée au plus tard lors de l'arrêt programmé de renouvellement du combustible de 2017.

**Annexe 2 à l'avis IRSN/2016-00216 du 28 juin 2016**

**Observation**

L'IRSN estime que l'exploitant du réacteur n° 4 de Cruas devrait tracer en tant qu'écart le report au-delà de l'échéance du programme de base de maintenance préventive de la révision en usine du moteur diesel de la voie A (LHP) du réacteur.