

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

Avis IRSN n° 2019-00263

Objet ...	EDF - REP - Centrale nucléaire de Cruas - INB 111 et 112 - Programme de contrôles prévus sur les quatre réacteurs à la suite du séisme du 11 novembre 2019.
Réf	Lettre ASN - CODEP-LYO-2019-049499 du 26 novembre 2019 : « Centrale nucléaire de Cruas-Meyssse - Réacteurs 1 à 4 - Contrôles à la suite du séisme du 11 novembre 2019 ».
Nbre de page(s)	6

Le 11 novembre 2019 à 11 h 52, un séisme s'est produit dans la région du Teil (Ardèche), à environ quinze kilomètres de la centrale nucléaire de Cruas. Les secousses ressenties sur le site ont déclenché une alarme générée par le dépassement du seuil d'accélération sur les capteurs sismiques (EAU¹).

Conformément à la fiche d'alarme, l'exploitant a appliqué la consigne particulière de conduite à tenir en cas de séisme « I-EAU » et a engagé les actions suivantes :

- l'estimation du niveau de séisme perçu par les ouvrages du site ;
- la stabilisation des paramètres des trois réacteurs en production, le réacteur n° 1 étant arrêté pour renouvellement du combustible ;
- une première inspection visuelle réactive de l'ensemble des bâtiments et infrastructures des quatre réacteurs, ainsi que des systèmes de sauvegarde.

Le premier diagnostic réalisé par l'exploitant a confirmé que le niveau de séisme était supérieur au seuil de mise à l'arrêt des réacteurs pour inspection. En application de la consigne particulière de conduite à tenir en cas de séisme, l'exploitant a engagé la mise à l'arrêt des réacteurs n° 2, 3 et 4, alors en production, dans le domaine d'exploitation considéré comme le plus sûr. La mise à l'arrêt a été réalisée selon les procédures normales de conduite, d'une manière échelonnée (réacteur par réacteur).

Les contrôles réactifs post-sismiques ont été réalisés pour un nombre significatif d'ouvrages (bâtiments réacteurs, bâtiments électriques, bâtiments d'entreposage du combustible, bâtiments des auxiliaires nucléaires, stations de pompage, salles des machines, aérorefrigérants...) contenant des matériels variés (pompes, échangeurs, bâches, tuyauteries, armoires électriques...). En particulier, les matériels n'ayant pas de requis sismique, mais qui pourraient aggraver des matériels importants pour la sûreté (échafaudages, armoires, luminaires, extincteurs, ...), ont été inspectés. **L'exploitant indique n'avoir relevé aucun dommage sur les installations pouvant remettre en cause leur niveau de sûreté.**

La sortie de la consigne I-EAU et la possibilité de redémarrer les quatre réacteurs nécessitent l'accord de l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN). À ce titre, l'exploitant est dans l'obligation

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

¹ EAU : système d'enregistrement de l'activité sismique.

de réaliser un diagnostic approfondi des installations afin de vérifier l'innocuité des secousses sismiques sur les ouvrages et les équipements de la centrale, et de garantir ainsi le niveau de sûreté dans le cadre du redémarrage de chaque réacteur.

Par son courrier en référence, l'ASN a sollicité l'avis de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) sur les points suivants :

- le spectre sismique enregistré. Il est notamment demandé à l'IRSN de préciser si le séisme enregistré a dépassé le demi-séisme de dimensionnement (DSD)² des réacteurs et s'il conduit à réévaluer le SMHV pris en compte dans le dimensionnement du site de Cruas ;
- la suffisance du plan de contrôle présenté par EDF ;
- l'absence de conséquence sur la sûreté estimée par EDF dans son bilan des investigations et l'aptitude des réacteurs à être remis en exploitation ;
- le retour d'expérience et la conduite des réacteurs.

Ces points seront expertisés en plusieurs étapes. L'objectif de ce premier avis est, d'une part d'évaluer si le séisme du 11 novembre 2019 a dépassé le DSD, d'autre part d'analyser le programme des contrôles élaboré par EDF dans le cadre du diagnostic approfondi, ainsi que les résultats de ces contrôles, afin de statuer sur leur suffisance en vue du redémarrage des réacteurs.

ÉVALUATION DU NIVEAU DE SÉISME

Le site de Cruas possède des particularités au regard de la tenue au séisme. En effet, compte tenu de la nature du sol présentant un niveau de raideur élevé, EDF a fait le choix de faire reposer les bâtiments de l'îlot nucléaire et ceux abritant les groupes électrogènes de secours à moteur Diesel sur des appuis parasismiques.

Ces appuis filtrent les mouvements sismiques, ce qui permet de garder un spectre de dimensionnement identique à celui des autres réacteurs du palier CPY³. Ainsi, les bâtiments et les matériels de l'îlot nucléaire devant résister au séisme ont été dimensionnés avec un spectre enveloppe calé à 0,2 g (SDD). Des vérifications de leur tenue au séisme ont néanmoins été menées en considérant un spectre de réponse de sol dit « hautes fréquences » normé à 0,3 g d'accélération horizontale.

Les bâtiments sans appui parasismique ont, quant à eux, été dimensionnés à partir du spectre adapté au site, calé à 0,3 g.

Pour évaluer le niveau du séisme, l'exploitant a comparé les accélérations mesurées sur le site de Cruas au SDD : 0,2 g pour les bâtiments de l'îlot nucléaire et 0,3 g pour les autres bâtiments.

Sur la base de cette comparaison, l'exploitant a conclu que tous les bâtiments du site ont été sollicités selon un spectre inférieur au DSD.

L'IRSN a analysé les spectres de réponse à partir des enregistrements des accéléromètres du site présentant les accélérations les plus fortes. **Cette analyse conforte les conclusions d'EDF.**

² Le séisme maximal historiquement vraisemblable (SMHV) correspond au séisme le plus pénalisant susceptible de se produire sur une durée d'environ 1000 ans, évalué sur la base des séismes historiquement connus. Le séisme majoré de sécurité (SMS) est défini en ajoutant conventionnellement 0,5 à la magnitude du SMHV.

À la conception des réacteurs du palier 900 MWe, le dimensionnement des ouvrages et équipements a été effectué en utilisant deux types de spectres standards :

- un premier spectre de découplage, appelé spectre de dimensionnement (SDD), enveloppe des spectres des SMS des sites. Pour le palier CPY, un SDD calé à 0,2 g a été retenu ;
- un second spectre, appelé demi-spectre de dimensionnement (DSD) : la notion de « demi-séisme » a été reprise par la RFS I.2.c. dans la définition d'un séisme ne devant pas modifier le comportement de l'installation vis-à-vis d'un SMS survenant ultérieurement, et dont le spectre est la moitié (en accélération) du SDD.

³ Pour les autres réacteurs du même palier, la valeur d'accélération horizontale de 0,2 g est retenue comme le spectre de dimensionnement.

Seul le niveau de séisme conduisant à une obligation d'inspection des réacteurs a été dépassé.

Néanmoins, il est à noter que les caractéristiques du séisme du 11 novembre 2019 (magnitude de moment de 4,9 correspondant à une magnitude d'ondes de surface (Ms) de 4,5 à 2 km de profondeur) sont proches de celles du SMHV retenu en VD3 900 (Ms de 4,7 à 4 km de profondeur). **De ce fait, il sera nécessaire de mieux caractériser ce séisme pour vérifier s'il nécessite ou non de réviser le SMHV aujourd'hui retenu et par voie de conséquence le SMS. Ce point fera l'objet d'une expertise ultérieure.**

DIAGNOSTIC APPROFONDI

Afin de déterminer les contrôles à réaliser dans le cadre du diagnostic approfondi, EDF s'est appuyé sur le retour d'expérience international et notamment sur l'approche proposée dans les guides internationaux de l'EPRI⁴ et de l'AIEA⁵. Cette approche permet de croiser les données de conception et les dommages effectivement observés sur l'installation avec le niveau de séisme réellement rencontré et ainsi de graduer les actions à mener.

Compte tenu de l'absence de dommage imputable au séisme sur les ouvrages et les matériels contrôlés dans le cadre de la consigne I-EAU et du faible niveau du séisme perçu, aucun contrôle complémentaire n'est préconisé par les guides internationaux en plus des inspections réactives déjà réalisés.

Néanmoins, pour conforter sa démarche, **EDF a défini un programme de contrôles complémentaires** consistant à contrôler des ouvrages et des matériels situés en dehors de l'îlot nucléaire ou en interface directe avec celui-ci, comme préconisé par les guides internationaux en cas de constat d'endommagement sur des matériels ou d'un niveau de séisme dépassant le DSD.

Pour réaliser ces contrôles, EDF s'est appuyé sur les gammes issues des programmes de base de maintenance préventive (PBMP) et sur les critères d'analyse post-sismiques issus des guides de l'EPRI et de l'AIEA.

L'IRSN constate que l'exploitant a finalement réalisé des contrôles, demandés par les guides internationaux, correspondant à un niveau de séisme plus élevé que celui réellement subi par les ouvrages du site ou à des dommages post-sismiques plus importants.

Lors de ces contrôles, les quelques écarts mineurs relevés ne sont pas, selon EDF, dus au séisme et ne remettent pas en cause le niveau de sûreté des installations.

Cependant, l'ASN et l'IRSN ont jugé que des investigations supplémentaires devaient être réalisées.

➤ *Contrôles spécifiques par thématique*

À la suite des questionnements de l'ASN et de l'IRSN émis au cours de l'expertise, l'exploitant a complété son programme initial de diagnostic approfondi par des contrôles spécifiques définis en fonction de thématiques sélectionnées notamment sur la base du retour d'expérience d'exploitation.

Certaines thématiques retenues par l'exploitant concernent les matériels présents dans les bâtiments de l'îlot nucléaire et jugés « potentiellement sensibles » aux sollicitations sismiques.

Pour chaque réacteur, l'exploitant a contrôlé un certain nombre de matériels des circuits principaux primaire et secondaire. L'instruction du périmètre et des résultats des contrôles sur ces matériels est menée par les services compétents de l'ASN.

⁴ EPRI : Electric Power Research Institute.

⁵ AIEA : Agence internationale de l'énergie atomique.

Les écarts de conformité⁶ (EC) relatifs à la tenue sismique des matériels font partie des thématiques sélectionnées. Sur ce point, l'exploitant a retenu l'approche suivante :

- pour les EC non résorbés, un contrôle visuel exhaustif de l'intégrité des matériels, y compris des ancrages, a été réalisé afin de confirmer l'absence d'évolution ;
- pour les EC résorbés, un contrôle visuel par sondage de l'intégrité des matériels a été réalisé afin d'évaluer l'efficacité des actions curatives mises en œuvre ;
- pour les EC foisonnant⁷, le contrôle par sondage d'un nombre restreint de matériels a été réalisé.

Aucune évolution due au séisme des écarts non résorbés n'a été constatée lors des contrôles. De même, aucun constat sur l'intégrité des matériels contrôlés n'a été relevé.

Compte tenu de l'absence, d'une part d'évolution des EC non résorbés, d'autre part de désordres induits par le séisme sur les matériels pour lesquels les EC de tenue sismique ont été résorbés, l'analyse de cumul des EC pour chaque réacteur du site de Cruas n'est pas remise en cause.

L'IRSN n'a plus de remarque sur le programme de contrôles et les résultats associés.

➤ Vérification fonctionnelle des matériels de sauvegarde et de leurs fonctions supports

Pour répondre aux interrogations de l'ASN et de l'IRSN concernant la capacité fonctionnelle des matériels après le séisme, EDF a valorisé des essais périodiques (EP) requis au titre des règles générales d'exploitation (RGE).

Au cours des échanges techniques, l'IRSN a indiqué qu'il jugeait ce programme insuffisant, car l'ensemble des circuits de sauvegarde des quatre réacteurs n'avait pas été vérifié de façon exhaustive. Or l'IRSN considère qu'un désordre post-sismique conduisant à la défaillance d'un matériel de sauvegarde ne peut pas être totalement exclu.

L'exploitant a donc proposé un programme d'essais complémentaires pour les réacteurs n° 2, n° 3 et n° 4, sur la base d'EP RGE existants. Ces essais seront réalisés dans le domaine d'exploitation du réacteur et dans les conditions conformes à leur règle d'essais.

Pour le réacteur n° 1, le programme des essais sera réalisé dans le cadre de son arrêt programmé en cours.

L'IRSN considère que le fonctionnement des systèmes de sauvegarde, sur les deux voies, doit être vérifiée de manière exhaustive dans le cadre du redémarrage des quatre réacteurs de la centrale nucléaire de Cruas après le séisme. Ces essais doivent notamment permettre de s'assurer l'intégrité de la connectique des matériels des systèmes de sauvegarde. **Ce point fait l'objet de la recommandation n° 1 en annexe.**

Par ailleurs, l'exploitant ne prévoit pas de réaliser d'investigations complémentaires à la suite du séisme sur le groupe électrogène d'ultime secours (GEUS). Celui-ci, n'ayant pas de requis de tenue sismique, a pu subir des dommages lors du séisme du 11 novembre 2019. L'IRSN rappelle que le GEUS est valorisé en cas de perte totale des sources électriques. De ce fait, l'IRSN considère que le GEUS est redevable d'un niveau de fiabilité élevé et que des actions complémentaires doivent être réalisées. **Ce point fait l'objet de la recommandation n° 2 en annexe.**

⁶ Un écart de conformité est défini comme un écart à une exigence définie d'un élément important pour la protection des intérêts (EIP), lorsque cette exigence est issue de la partie de la démonstration de sûreté nucléaire relative aux risques d'accidents radiologiques.

⁷ Un écart de conformité susceptible d'affecter un type de composant présent sur différents matériels et qui de ce fait peut affecter de nombreuses fonctions de sûreté de manière diffuse est qualifié de « foisonnant ».

CONCLUSION

L'analyse menée par l'IRSN conforte les conclusions d'EDF selon lesquelles aucun des spectres du DSD n'a été dépassé pour le site de Cruas lors du séisme du 11 novembre 2019.

Par ailleurs, à l'issue de son expertise, l'IRSN considère que les contrôles réalisés par EDF sur l'ensemble des réacteurs permettent de redémarrer ces derniers avec un niveau de sûreté satisfaisant, sous réserve de la prise en compte des recommandations en annexe.

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

Annexe à l'avis IRSN n° 2019-00263 du 29 novembre 2019

Recommandations de l'IRSN

Recommandation n° 1

L'IRSN recommande que l'exploitant de la centrale nucléaire de Cruas s'assure, à l'issue du redémarrage des quatre réacteurs après le séisme du 11 novembre 2019, que l'ensemble des systèmes de sauvegarde a été contrôlé fonctionnellement. À ce titre, l'exploitant devra présenter le bilan des essais réalisés.

Recommandation n° 2

L'IRSN recommande que l'exploitant de la centrale nucléaire de Cruas engage les actions nécessaires pour s'assurer de la fiabilité du diesel d'ultime secours (LHT) à la suite du séisme du 11 novembre 2019.