

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

Avis IRSN n° 2020-00118

Objet	Réacteurs électronucléaires - EDF Mouvements sismiques à prendre en compte pour la sûreté de l'installation nucléaire de Chinon en application de la RFS 2001-01 après 40 années de fonctionnement (VD4 900 MWe)
Réf(s)	[1] Saisine ASN - CODEP-DCN-2020-034984 du 17 juillet 2020. [2] Courrier ASN - CODEP-DCN-2016016677 du 18 juillet 2016. [3] Avis IRSN n° 2015-00421 du 22 décembre 2015.
Nbre de page(s)	5

Par lettre citée en référence [1], l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) demande l'avis et les observations de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) sur la réponse apportée par Électricité de France (EDF) à la demande n°6 de l'ASN formulée dans son courrier en référence [2]. Cette demande impose à EDF de considérer les séismes d'intensités les plus fortes contenus dans la base de données de sismicité historique Sisfrance pour définir l'aléa sismique du site de Chinon à retenir pour le réexamen de sûreté associé aux quatrièmes visites décennales de ces réacteurs de 900 MWe (VD4 900) et pour l'élaboration du noyau dur¹.

1 SELECTION DES SEISMES DE REFERENCE

EDF utilise la base de données Sisfrance dans sa version 2017 (dernière version la plus actualisée) pour sélectionner les séismes de plus forte intensité s'étant historiquement produits dans la zone du site de Chinon. Ainsi, EDF retient les séismes du 25 juin 1522, du 15 février 1657 et du 11 mars 1704 comme séismes de référence de la zone du site avec une intensité épiscopale de niveau VII-VIII selon l'échelle MSK64². L'IRSN rappelle que ces trois séismes n'étaient pas retenus comme séismes de référence par EDF dans le dossier de réexamen présenté initialement pour les réacteurs de 900 MWe en 2015. Ce dossier a d'ailleurs fait l'objet d'un examen de l'IRSN dont les conclusions figurent dans l'avis en référence [3] à la suite duquel l'ASN a émis le courrier en référence [2].

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 8 440 546 018

¹ Le noyau dur est un ensemble de dispositions matérielles et organisationnelles, définies à la suite de l'accident survenu à la centrale de Fukushima Daiichi, permettant de gérer une situation accidentelle de perte totale des alimentations électriques et de la source froide consécutive à une agression extrême (dite agression « noyau dur ») de type séisme, inondation, vent extrême, foudre, grêle ou tornade.

² MSK64 : Échelle macrosismique publiée par Medvedev, Sponheuer et Karnik en 1964. Une échelle macrosismique vise à quantifier la sévérité d'une secousse sur les biens et les personnes.

L'IRSN relève que les séismes de 1522 et de 1657 ont fait l'objet de travaux spécifiques au sein du consortium Sisfrance. Ces travaux, menés à la demande d'EDF, ont conduit à modifier certaines caractéristiques de ces séismes tout en conservant la valeur de leur intensité épacentrale dans la base de données Sisfrance.

Les séismes de 1522, 1657 et de 1704 sont donc désormais considérés par EDF comme les « séismes maximaux historiquement vraisemblables³ » (SMHV) pour le site de Chinon. L'IRSN considère que, en application de la RFS 2001-01⁴ relative à la définition de l'aléa sismique pour les installations nucléaires, cette hypothèse est acceptable et répond à la demande de l'ASN sur ce point.

2 ANALYSE DU SPECTRE D'ALEA SISMIQUE RETENU

2.1 Détermination des paramètres de magnitude et de profondeur des SMHV

Afin de calculer les paramètres de magnitude et de profondeur des SMHV à partir des données historiques exprimées en intensité, EDF applique la loi d'atténuation de l'intensité⁵ dite « EDF-A Armorique » qu'il a développée dans le cadre du réexamen VD4 900.

D'une manière générale, les couples magnitude/profondeur présentés par EDF pour le site de Chinon correspondent bien à l'application de la loi d'atténuation de l'intensité « EDF-A Armorique » aux données d'intensité contenues dans la base de données Sisfrance associées aux trois séismes considérés. L'IRSN constate que les valeurs de magnitude et de profondeur retenues *in fine* par EDF ont été arrondies, et ce sans qu'aucune justification n'ait été apportée. Au cours de l'examen mené en 2015 des niveaux de séisme à retenir pour les réacteurs de 900 MWe à l'occasion de leur VD4, la robustesse de la loi d'atténuation de l'intensité dite EDF-A Armorique avait fait l'objet de réserves de la part de l'IRSN et des études de sensibilité avaient été conduites par EDF afin d'explorer la variabilité des paramètres de magnitude et de profondeur des séismes historiques. Une telle étude de sensibilité n'est pas présentée par EDF dans sa réponse à la demande n°6 de l'ASN. L'IRSN rappelle à cet égard que, dans son courrier en référence [2], l'ASN a demandé à EDF (demande n°9) de consolider les lois d'atténuation de l'intensité des séismes proposées, et souligne qu'EDF a effectué un travail de cette nature dans le cadre de la préparation du réexamen VD4 1300 et proposé en conséquence de nouvelles lois d'atténuation de l'intensité. L'IRSN considère que la méthode de définition des couples magnitude/profondeur utilisée par EDF pour le site de Chinon apparaît au final peu robuste.

2.2 Spectre d'aléa sismique retenu pour le site de Chinon

Afin d'établir le spectre d'aléa sismique à retenir pour le site de Chinon, EDF a dans un premier temps défini conformément à la RFS 2001-01 les spectres de réponse correspondant aux SMS (séisme majoré de sécurité) issus des trois SMHV retenus.

Dans un second temps, EDF a défini le nouveau spectre d'aléa du site de Chinon en retenant l'enveloppe des spectres SMS obtenus précédemment. Le spectre d'aléa sismique proposé *in fine* par EDF pour le site de Chinon se compose du spectre SMS associé au séisme de 1522 pour les fréquences inférieures à 1 Hz, et du spectre SMS associé

³ 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 majorant l'intensité du SMHV de 1 (l'intensité épacentrale est majorée de 1) et la magnitude de 0,5. Le SMS est retenu pour le dimensionnement aux séismes des installations nucléaires.

⁴ RFS 2001-01 : Règle fondamentale de sûreté fixant les règles à appliquer pour déterminer les niveaux d'aléas sismiques à retenir pour évaluer l'impact d'un séisme sur une installation nucléaire.

⁵ Il s'agit de lois empiriques qui permettent de prédire l'intensité d'un séisme en tout lieu en fonction de la distance à son foyer (ou hypocentre) et de sa magnitude.

au séisme de 1657 pour les fréquences supérieures à 1 Hz (cf. Figure en annexe). Le spectre SMS associé au séisme de 1704 est plus faible et ne contribue pas à la définition du spectre d'aléa. L'IRSN relève que le nouveau spectre SMS « composite » est légèrement supérieur à celui proposé par EDF en 2015. Par ailleurs, l'IRSN observe qu'EDF n'a pas fait évoluer en conséquence son spectre noyau dur (SND) conformément à la demande n° 6 de l'ASN.

L'IRSN a évalué le spectre d'aléa sismique proposé par EDF au regard des arrondis effectués par ce dernier sur les valeurs de magnitude et de profondeur et de l'absence d'étude de sensibilité concernant les lois d'atténuation de l'intensité. De cette analyse, il ressort que, si les valeurs de magnitude et de profondeur ne sont pas arrondies, le spectre obtenu est alors de 5 à 10 % supérieur sur toute la bande de fréquence. Par ailleurs, l'IRSN note que les spectres de réponse retenus par EDF sont plus faibles que ceux établis en application des autres lois d'atténuation de l'intensité disponibles⁶.

Afin d'évaluer l'acceptabilité du spectre d'aléa proposé par EDF pour le site de Chinon, l'IRSN l'a comparé au spectre calculé par l'IRSN (dit « spectre IRSN⁷ » par la suite) en 2015. Le spectre d'aléa proposé par EDF est acceptable pour des fréquences au-delà de 2 Hz. En revanche, pour des fréquences inférieures, ce spectre est inférieur au spectre IRSN avec un écart moyen de 15 %. (cf. Figure en annexe). **De ce point de vue, l'IRSN considère que, pour les fréquences inférieures à 2 Hz, le spectre d'aléa proposé par EDF pour le site de Chinon n'est pas pleinement satisfaisant.** Néanmoins, l'IRSN constate que cette partie du spectre reste très en-deçà du SDD⁸ retenu par EDF pour la conception des ouvrages de génie civil existants (cf. Figure en annexe).

Par ailleurs, le spectre d'aléa proposé par EDF dépasse à la fois le spectre proposé par EDF en 2015 et le spectre de dimensionnement du site de Chinon (SDD) pour toute la plage de fréquences supérieures à 6 Hz. À ce sujet, l'IRSN rappelle que le spectre proposé par EDF en 2015 dépassait déjà le SDD pour cette même plage de fréquences. Ce constat avait conduit EDF à transmettre une évaluation de l'impact de ce dépassement sur les équipements. L'IRSN considère qu'EDF devra à nouveau évaluer l'impact du dépassement constaté sur la tenue des matériels.

En outre, il conviendra que, conformément à la demande n° 6 de l'ASN, EDF établisse un spectre noyau dur tenant compte des éléments susmentionnés et qu'il vérifie en particulier que le spectre de dimensionnement utilisé pour la conception des équipements neufs du noyau dur (diesel d'ultime secours et appoint ultime en eau notamment) n'est pas remis en cause par ce spectre SND mis à jour.

3 CONCLUSION

L'IRSN considère que, en retenant les séismes de plus forte intensité selon les données contenues dans la version la plus à jour de la base de données Sisfrance, EDF répond à la demande n° 6 de l'ASN portant sur ce point pour le site de Chinon. Toutefois, **l'IRSN considère que la réponse d'EDF à la demande n° 6 de l'ASN est incomplète. Ce dernier n'a pas réévalué le spectre caractérisant le séisme « noyau dur » (SND) du site de Chinon.**

Par ailleurs, l'IRSN considère que les éléments de justification apportés par EDF pour la définition du spectre d'aléa du site de Chinon sont insuffisants. En effet, EDF ne justifie pas son choix quant à la loi d'atténuation de l'intensité

⁶ Dans le cadre de l'examen en 2015 des niveaux de séisme à retenir pour les réacteurs de 900 MWe à l'occasion de leur VD4, EDF a développé plusieurs lois d'atténuation de l'intensité spécifiques pour la région armoricaine. Il s'agit des lois dites Armorique A, Armorique C et Armorique D.

⁷ Le spectre IRSN est établi à partir du 84^{ème} percentile de l'exploration de SMHV plausibles issus des données publiées par EDF, l'IRSN, le CEA et le BRGM (Bureau de Recherches Géologiques et Minières).

⁸ Le spectre de dimensionnement (SDD) est le niveau sismique pour lequel EDF dimensionne les bâtiments et équipements de l'îlot nucléaire. Le SDD est une notion « palier » et enveloppe donc le spectre SMS de chaque site à la conception.

retenue, qui s'avère être la moins pénalisante parmi toutes les lois équivalentes disponibles, et ne justifie pas les arrondis appliqués aux valeurs de magnitudes et de profondeurs.

Au final, le spectre d'aléa du site de Chinon réévalué par EDF présente en moyenne un déficit de 15 % en dessous de 2 Hz par rapport au spectre déterminé par l'IRSN. De ce point de vue, le spectre d'aléa proposé par EDF pour le site de Chinon n'est pas suffisamment enveloppe pour cette plage de fréquences au regard de la méthodologie appliquée lors du quatrième réexamen périodique du palier 900 MWe. En outre, le spectre d'aléa proposé par EDF dépasse à la fois le spectre proposé par EDF en 2015 et le spectre de dimensionnement du site de Chinon (SDD) pour toute la plage de fréquences supérieures à 6 Hz. L'IRSN considère qu'EDF devra évaluer l'impact du dépassement constaté sur la tenue des matériels.

Enfin, il conviendra qu'EDF vérifie que le spectre de dimensionnement utilisé pour la conception des équipements neufs du noyau dur n'est pas remis en cause par le spectre SND mis à jour compte tenu des éléments susmentionnés.

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

Annexe à l'avis IRSN n° 2020-00118 du 20 juillet 2020

Figure récapitulative des spectres de réponse évoqués dans l'avis

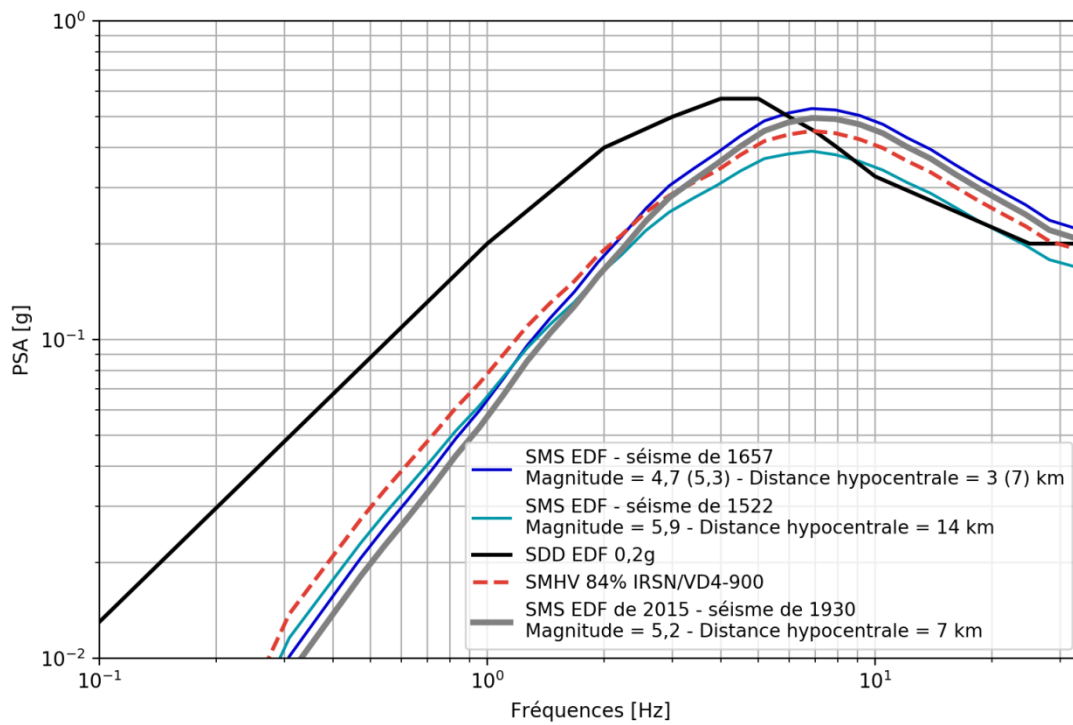


Figure : Spectres de réponse en accélération (PSA) associés aux SMS retenus par EDF pour définir le spectre d'aléa du site de Chinon (séismes de 1522 et de 1657, en bleu). Spectre IRSN associé au 84^{ème} percentile de l'exploration des SMHV alternatifs et utilisé lors de l'examen des niveaux de séisme à retenir pour les réacteurs de 900 MWe à l'occasion de leur VD4 (en tirets rouges). Spectre EDF de dimensionnement calé à 0,2g (en noir). Spectre SMS EDF de 2015 associé au séisme de 1930 (en gris).