

Fontenay-aux-Roses, le 3 octobre 2014

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

**Avis IRSN N°** 2014-00358

**Objet :** EDF - Réacteurs électronucléaires

Instruction des études associées au réexamen de sûreté des réacteurs de 1300 MWe dans le cadre de leur troisième visite décennale (VD3 1300) - Mouvements sismiques à prendre en compte pour la sûreté des installations nucléaires en application de la RFS 2001-01.

**Réf. :** [1] Saisine ASN - CODEP-DCN-2013-025886 du 6 mai 2013

[2] Lettre ASN - CODEP-DCN-2011-023760 du 20 mai 2011

Dans le cadre d'un réexamen de sûreté, les mouvements sismiques à considérer pour chaque site nucléaire, définis par la Règle fondamentale de sûreté (RFS) 2001-01 concernant la détermination du risque sismique, sont réévalués afin d'intégrer les évolutions des connaissances et les développements scientifiques les plus récents. Cette démarche peut conduire à des réévaluations à la hausse ou à la baisse du Séisme majoré de sécurité (SMS) de chaque site.

L'évaluation par l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) des premières applications par Électricité de France (EDF) de la RFS 2001-01 a révélé des divergences avec cet exploitant sur l'interprétation de cette règle. En outre, l'IRSN considère que la détermination du niveau d'aléa sismique à prendre en compte doit être accompagnée d'une estimation des incertitudes associées. L'ensemble de ces points a été discuté au sein d'un groupe de travail tripartite réunissant, entre 2006 et 2009, EDF, l'IRSN et l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN).

Les échanges menés au sein de ce groupe ont conduit l'ASN à formuler des demandes [2] relatives à la définition des mouvements sismiques à prendre en compte en application de la RFS 2001-01, dans le cadre des réexamens de sûreté des sites des réacteurs de 1300 MWe à l'occasion de leurs troisièmes visites décennales (VD3 1300) et des réacteurs 1450 MWe à l'occasion de leurs deuxièmes visites décennales (VD2 N4).

L'ASN a sollicité l'avis de l'IRSN [1] sur les études réalisées par EDF afin de définir ces mouvements sismiques.

Plus particulièrement, l'ASN demande l'avis de l'IRSN sur les points suivants :

- « la suffisance des études complémentaires apportées par EDF » en réponse aux demandes de l'ASN formulées dans le courrier cité 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 B 440 546 018

- « *la validité et la suffisance des éléments de justification des spectres SMS proposés par EDF pour les sites des paliers 1300 MWe (y compris les sites de Belleville et Golfech) et 1450 MWe. Il est demandé sur ce point de porter une attention particulière à l'identification et, le cas échéant, à la justification pour l'IRSN du caractère inacceptable de certaines modalités d'application de la RFS 2001-01* » ;
- « *le caractère suffisamment enveloppe, en l'état des connaissances actuelles, du niveau des spectres SMS proposés par EDF.* »

L'analyse menée par l'IRSN porte uniquement sur les sites des réacteurs de 1300 MWe. Les dossiers concernant la réévaluation des spectres des sites de Chooz et Civaux feront l'objet d'un autre avis de l'IRSN.

EDF a fourni de nombreux éléments de réponse aux demandes de l'ASN [2]. L'IRSN estime que certains de ces éléments sont satisfaisants. Il s'agit en particulier d'études concernant des séismes historiques importants (les séismes de Clairvaux de 1733 et de Jersey de 1926), de l'évolution du zonage sismotectonique de l'Est du Bassin parisien (utilisé pour la sélection des séismes de référence du site de Cattenom), ainsi que d'études de sensibilité (calcul des paramètres magnitude/profondeur pour les séismes de référence des sites de Flamanville et Belleville). De plus, EDF a installé de nouveaux sismomètres pour acquérir des données utiles à l'étude des effets de site. Ces éléments soldent une partie des demandes formulées par l'ASN [2]. Ils contribuent, pour les sites concernés, à la justification des niveaux d'aléas sismiques retenus par EDF.

Toutefois, pour ce qui concerne les autres demandes génériques ou spécifiques aux sites [2], l'IRSN estime que les éléments présentés par EDF sont insuffisants.

En effet, pour ce qui concerne les aspects génériques, EDF n'a pas mis en œuvre de démarche systématique pour quantifier les incertitudes et explorer des hypothèses alternatives (zonage sismotectonique, choix des séismes de référence et des couples magnitude/distance associés, traitement des séismes mal connus). De plus, l'IRSN estime qu'il conviendrait qu'EDF, d'une part poursuive l'acquisition de données géologiques et sismologiques, d'autre part développe l'utilisation de méthodes spécifiques pour tenir compte des incertitudes. Ces actions sont génériques à l'ensemble du parc électronucléaire et font l'objet de l'observation n° 1 en annexe.

Au-delà de la prise en compte des incertitudes inhérentes à l'application de la RFS 2001-01, l'IRSN estime que l'approche probabiliste est un complément utile –voire un élément d'appréciation nécessaire pour certains sites– qu'EDF pourrait mettre en œuvre de manière systématique. Elle est utilisée pour la définition des niveaux d'aléa retenus dans le cadre des Évaluations complémentaires de sûreté (ECS). Par ailleurs, son utilisation est recommandée par l'AIEA. Dans la mise en œuvre de cette approche, en cohérence avec la pratique internationale, le spectre à comparer au SMS pourrait correspondre à une valeur repère de période de retour d'environ 10 000 ans.

Pour ce qui concerne le site de Saint-Alban, l'IRSN identifie dans les éléments transmis par EDF des insuffisances portant sur le zonage sismotectonique et la prise en compte du séisme de la Tour-du-Pin.

L'IRSN estime que, pour pallier ces insuffisances, EDF doit réviser la définition des Séismes maximaux historiquement vraisemblables (SMHV) en incluant les séismes de plus forte intensité des zones « Seuil de Vienne » et « Bas Dauphiné » considérés au plus près de la limite occidentale du Bassin tertiaire, soit à 2 km du site. Pour ce qui concerne la caractérisation des effets de site, les arguments avancés par EDF pour écarter l'existence d'effets de site particuliers ne sont pas satisfaisants et EDF doit compléter son réseau de mesures en ajoutant des vélocimètres pour réaliser des mesures de l'amplification liée aux sédiments. Par ailleurs, compte tenu des incertitudes concernant ce site, l'approche probabiliste évoquée ci-dessus est particulièrement recommandée pour celui-ci. **Ces points font l'objet des recommandations n° 1 à 3 figurant en annexe.**

Pour ce qui concerne le site de Golfech, EDF a révisé le zonage sismotectonique en supprimant la petite zone qui entourait le séisme de l'Entre-deux-Mers. En revanche, EDF a ajouté une nouvelle limite de zone orientée nord-est/sud-ouest dans le Bassin aquitain. EDF maintient ainsi le séisme de l'Entre-deux-Mers dans une zone différente de celle du site de Golfech. EDF justifie cette nouvelle limite par le fait que la sismicité diminuerait d'ouest en est dans cette région, mais n'a présenté aucun élément probant en support de cette affirmation. En conséquence, l'IRSN estime que le site du séisme de l'Entre-deux-Mers et le site de Golfech appartiennent à une même zone sismotectonique. **Ce point fait l'objet de l'observation n° 2 en annexe.** Toutefois, les études probabilistes réalisées à ce jour apportent un éclairage complémentaire pour apprécier la contribution du séisme de l'Entre-deux-Mers à l'aléa du site de Golfech. Sur la base de l'ensemble des éléments disponibles, l'IRSN considère acceptable le spectre retenu pour ce site (enveloppe des spectres SMS et du spectre minimal forfaitaire).

Par ailleurs, EDF n'a pas apporté de justification appropriée pour maintenir une limite de zones sismotectoniques entre Paluel et Penly. Selon l'IRSN, EDF devra réviser son zonage pour inclure les deux sites dans la même zone sismotectonique. L'évaluation de l'aléa sismique par EDF pour les deux sites est cependant acceptable dans la mesure où les spectres SMS retenus couvrent raisonnablement les incertitudes qui pèsent sur la définition des spectres SMHV.

De même, l'IRSN considère que les niveaux des spectres des sites de Belleville, Cattenom, Flamanville et Nogent sont acceptables, dans la mesure où les spectres retenus (enveloppes des spectres SMS et du spectre minimal forfaitaire) couvrent, raisonnablement, eux aussi, ces incertitudes.

### Conclusion

**L'IRSN considère qu'EDF a formalisé de manière globalement satisfaisante les hypothèses retenues pour le zonage sismotectonique, le choix des séismes de référence et le calcul des couples magnitude-distance.** Toutefois, EDF n'a ni quantifié de manière systématique les incertitudes, ni exploré des hypothèses alternatives (zonage, choix des séismes et des couples magnitude/distance), ni justifié les spectres retenus vis-à-vis des incertitudes associées à l'application de la démarche RFS 2001-01. De ce fait, l'IRSN n'est pas en mesure d'apprécier le caractère raisonnablement majorant des spectres retenus sur la seule base des dossiers d'EDF. **EDF n'a donc pas répondu sur ces points de manière totalement satisfaisante aux demandes de l'ASN [2].**

En outre, EDF n'a pas mis en œuvre de méthodologie pour aborder le problème des effets de site malgré les pistes envisagées il y a quelques années par EDF sur ce sujet.

Néanmoins, bien que la méthode d'EDF apparaisse perfectible, notamment au regard des actions visées par l'observation n°1, à mener sur l'ensemble du parc électronucléaire, l'IRSN considère que la réévaluation des spectres menée dans le cadre du réexamen de sûreté VD3 1300 est acceptable, à l'exception du spectre du site de Saint-Alban qui devra être révisé.

Pour le Directeur général, par ordre,

Frédéric MÉNAGE

Adjoint au directeur de l'expertise de sûreté

## Recommandations

### Recommandation n° 1

L'IRSN recommande qu'EDF révise la définition du séisme de référence du site de Saint-Alban qui, compte tenu des incertitudes très fortes qui pèsent sur la définition des zones sismotectoniques, doit être celui de la Tour-du-Pin. Ce séisme doit être ramené à 2 km du site, à la bordure du bassin tertiaire. Le spectre SMS doit être révisé en conséquence.

### Recommandation n° 2

L'IRSN recommande qu'EDF mette en œuvre une méthode, éventuellement limitée à une majoration forfaitaire, pour prendre en compte les effets de site du site de Saint-Alban et consolide les résultats obtenus par des mesures in situ de l'amplification du mouvement sismique liée aux sédiments.

### Recommandation n° 3

L'IRSN recommande que le spectre SMS du site de Saint-Alban réévalué conformément à la recommandation n° 1, soit comparé au spectre issu du calcul probabiliste effectué par EDF en considérant une période de retour de 10 000 ans.

## Observations

### Observation n° 1

L'IRSN considère qu'EDF devrait :

- étudier les failles potentiellement actives dans un rayon d'au moins 25 km autour des sites, afin de déterminer leur potentiel sismogénique et leur capacité à rompre la surface ;
- rechercher de nouvelles sources dans les archives pour déterminer les effets occasionnés par les séismes aujourd'hui mal connus qui sont, pour certains sites, les séismes de référence pour l'estimation de l'aléa sismique ;
- quantifier les effets de site éventuels sur la base de données géologiques, géophysiques et géotechniques ;
- évaluer à l'aide d'études de sensibilité sur différentes hypothèses (zonage, choix des séismes et des couples magnitude/distance) l'incertitude associée aux aléas sismiques qu'il retient.

### Observation n° 2

Selon l'IRSN, les éléments fournis par EDF ne sont pas suffisants pour justifier l'introduction d'une limite de zones sismotectoniques dans le Bassin aquitain.