



RÉPUBLIQUE  
FRANÇAISE

Liberté  
Égalité  
Fraternité

**IRSN**  
INSTITUT DE RADIOPROTECTION  
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

Fontenay-aux-Roses, le 20 mai 2021

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

## AVIS IRSN N° 2021-00084

---

**Objet :** REP – EDF - Mouvements sismiques à prendre en compte pour la sûreté des installations nucléaires de Cruas et du Tricastin en application de la RFS 2001-01 à la suite du séisme du Teil du 11 novembre 2019

---

**Réf. :** [1] Courrier ASN CODEP-DCN-2019-047431 du 14 novembre 2019  
[2] Saisine ASN CODEP-DCN-2021-012663 du 23 mars 2021

---

À la suite du séisme du Teil (Ardèche) survenu le 11 novembre 2019, l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) a demandé [1] à Électricité de France (EDF) de prendre en considération cet événement pour examiner la nécessité de revoir les niveaux d'aléas sismiques pris en compte dans la démonstration de sûreté des réacteurs de Cruas et du Tricastin pour le réexamen de sûreté associé à leur quatrième visite décennale (VD4-900).

EDF a ainsi évalué la nécessité de modifier le séisme maximal historiquement vraisemblable (SMHV)<sup>1</sup> retenu pour les sites de Cruas et du Tricastin et a lancé des investigations de terrain dans le but de caractériser l'activité des failles autour du site de Cruas.

Dans l'attente de disposer des conclusions de toutes les investigations lancées pour tirer le meilleur retour d'expérience du séisme du Teil, EDF a défini un spectre d'aléa dit « spectre d'attente » pour la centrale de Cruas. À l'issue de ces investigations, EDF prévoit de vérifier que ce spectre d'attente n'est pas remis en cause.

Pour ce qui concerne la centrale du Tricastin, EDF estime que les premiers éléments du retour d'expérience tirés du séisme du Teil ne donnent pas lieu à une modification du SMHV de ce site et n'envisage donc pas d'approfondir ce point.

Par lettre citée en référence [2], l'ASN souhaite recueillir l'avis de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) sur les points suivants :

---

<sup>1</sup> 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 épicentrale est majorée de 1) et la magnitude de 0,5. Le SMS est retenu pour le dimensionnement aux séismes des installations nucléaires.

MEMBRE DE  
**ETSON**

- « le positionnement du spectre d'attente du site de Cruas établi par EDF, à la suite du séisme du Teil, pour son quatrième réexamen vis-à-vis de spectres issus de l'application de la RFS 2001-01<sup>2</sup> ;
- en application de la RFS 2001-01, l'absence d'impact du séisme du Teil sur la définition de l'aléa sismique du site du Tricastin ;
- les éléments techniques qu'EDF devra fournir dans le cadre d'une consolidation des connaissances relatives à l'aléa sismique des sites de Cruas et du Tricastin, compte tenu de la survenue du séisme du Teil (notamment les SMS, paléoséismes, aléas rupture de surface, etc.) ainsi que les délais associés à la mise en œuvre de cette consolidation pour chacun des sites. »

## 1. POSITIONNEMENT DU SPECTRE D'ATTENTE ETABLI PAR EDF POUR LE SITE DE CRUAS

Le séisme du Teil est considéré comme le nouveau SMHV du site de Cruas. Dans l'attente de la consolidation des connaissances relatives à l'aléa sismique du site de Cruas, EDF définit un « spectre d'attente » (de niveau SMS) pour le lancement à court terme de la réévaluation sismique du site. Pour cela, EDF met en œuvre une approche dite macrosismique fondée sur l'observation des effets du séisme et, une approche dite instrumentale fondée sur les enregistrements des mouvements du sol. **Le « spectre d'attente » est établi à partir de l'enveloppe des spectres de réponse issus de ces deux approches.**

Dans son approche instrumentale, EDF utilise, pour le calcul du spectre de réponse, une loi de prédiction du mouvement sismique calibrée en magnitude de moment<sup>3</sup> (loi de Cauzzi) et applique la RFS 2001-01. À ce sujet, l'IRSN relève que la RFS 2001-01 utilise la magnitude d'ondes de surface (Ms)<sup>4</sup>, mais que la magnitude de moment est aujourd'hui l'indicateur privilégié par la communauté scientifique pour décrire la magnitude des séismes et pour développer les lois de prédiction du mouvement sismique. De plus, les différentes estimations disponibles de la magnitude de moment associée au séisme du Teil sont plus homogènes (entre 4,8 et 4,9) que celles de la magnitude d'ondes de surface Ms<sup>5</sup>.

L'IRSN a évalué le spectre de réponse obtenu par EDF par son approche instrumentale en développant une approche qui examine l'impact d'une variété de lois de prédiction du mouvement sismique. **À l'issue de son analyse, l'IRSN estime que le spectre d'EDF issu de son approche instrumentale est satisfaisant et n'appelle pas de commentaires.**

Dans son approche macrosismique, EDF utilise, pour le calcul du spectre de réponse, la loi de prédiction du mouvement sismique préconisée dans la RFS 2001-01, calibrée en magnitude d'ondes de surface (Ms). Pour ce faire, EDF exploite les données macrosismiques collectées par le Bureau Central Sismologique Français (BCSF) pour retenir une intensité épiscopentrale égale à VII-VIII à l'échelle de la commune du Teil. **Sur ce point, l'IRSN ne partage pas l'interprétation des données du BCSF faite par EDF.** En effet, l'IRSN relève que le BCSF propose de retenir une intensité VIII pour les quartiers de la Rouvière et de Mélas, géographiquement situés plus près de la rupture sismique.

<sup>2</sup> RFS 2001-01 : Règle fondamentale de sûreté n° 2001-01 relative à la détermination du risque sismique pour la sûreté des installations nucléaires de base de surface.

<sup>3</sup> La magnitude exprime l'ampleur d'un séisme sur une échelle logarithmique. Parmi les différentes échelles de magnitude la magnitude de moment est une mesure associée à l'énergie sismique libérée lors de la rupture de la faille à l'origine du séisme.

<sup>4</sup> La magnitude d'onde de surface Ms exprime l'ampleur d'un séisme à partir de l'amplitude des ondes de surface enregistrée lors du séisme à des distances supérieures à plusieurs centaines de kilomètres.

<sup>5</sup> Les valeurs de Ms actuellement évaluées par différents organismes sont comprises entre 4,2 et 5,0 (CEA : 4,2 ; CTBTO : 4,2 ; ISC-IRSN : 4,5 ; Beijing : 5,0).

L'IRSN a utilisé cette donnée (intensité de VIII) pour établir un spectre de réponse, en utilisant la loi de prédiction du mouvement sismique de la RFS 2001-01. Ce spectre de réponse dépasse le spectre issu de l'approche macrosismique d'EDF et par conséquent, le spectre d'attente proposé par EDF avec des écarts atteignant 25 % dans la plage de fréquence de 2 à 10 Hz. **L'IRSN considère que cet écart est significatif et que le positionnement du spectre d'attente établi par EDF pour le site de Cruas n'apparaît pas complètement satisfaisant.**

Toutefois, l'IRSN constate que le spectre retenu lors du précédent réexamen (VD3 900) des réacteurs du site de Cruas est similaire au spectre macrosismique évalué par l'IRSN. Aussi, **bien qu'il existe une différence entre l'IRSN et EDF dans l'interprétation des premiers éléments issus du retour d'expérience du séisme du Teil vis-à-vis de l'approche macrosismique, l'IRSN considère que, dans l'attente des investigations complémentaires qui seront menées par EDF pour caractériser avec plus de précisions l'impact du séisme du Teil, il n'y a pas lieu de repositionner le spectre d'attente proposé par EDF.** En effet, les vérifications sismiques effectuées par EDF sur le site de Cruas à l'occasion du troisième réexamen de sûreté des réacteurs ont été menées sur la base d'un SMS VD3 proche du spectre d'attente estimé par l'IRSN. Ce point n'appelle par conséquent pas d'autres commentaires.

## **2. IMPACT DU SEISME DU TEIL SUR LA DEFINITION DE L'ALEA SISMIQUE DU SITE DU TRICASTIN**

Pour le site du Tricastin, EDF déplace le séisme du Teil à 13 km, sur la faille la plus proche du système de failles des Cévennes. Cette approche conduit EDF à établir pour ce séisme une intensité V au niveau du site du Tricastin. L'intensité du SMVH actuellement de référence dans le rapport de sûreté de la centrale du Tricastin est de VII. EDF considère ainsi qu'il n'y a pas lieu de réévaluer le SMHV du site du Tricastin.

Pour sa part, l'IRSN constate que des failles comparables à celle de la Rouvière (en dimensions, orientation et en nature des terrains) existent dans la région proche de ce site qui connaît une sismicité modérée et superficielle. Pour l'IRSN, un séisme avec des caractéristiques analogues au séisme du Teil pourrait se produire sur ces failles. Ces failles n'ayant pas fait l'objet à ce jour de reconnaissances spécifiques, **l'IRSN considère que, en l'état des connaissances, les arguments fournis par EDF ne permettent pas d'écarter un impact du retour d'expérience du séisme du Teil sur la définition de l'aléa du site du Tricastin. L'IRSN estime qu'une consolidation des connaissances relatives à l'aléa sismique de la région du site du Tricastin est nécessaire.**

## **3. ELEMENTS TECHNIQUES A FOURNIR DANS LE CADRE D'UNE CONSOLIDATION DES CONNAISSANCES RELATIVES A L'ALEA SISMIQUE DES SITES DE CRUAS ET DU TRICASTIN**

S'agissant des éléments techniques qu'EDF devra fournir dans le cadre d'une consolidation des connaissances relatives à l'aléa sismique des sites de Cruas et du Tricastin, compte tenu de la survenue du séisme du Teil, ainsi que les délais associés à la mise en œuvre de cette consolidation, il convient de distinguer les deux sites.

**Pour le site de Cruas, l'IRSN considère qu'EDF doit consolider les connaissances pour ce qui concerne l'évaluation de la magnitude et la profondeur macrosismiques associées au séisme du Teil. Pour ce faire, EDF devra notamment s'appuyer sur l'estimation de l'intensité macrosismique à l'échelle des quartiers situés à proximité de la faille de la Rouvière telle que publiée par le BCSF. EDF doit également définir le spectre de paléoséisme mobilisant la faille de la Rouvière, ainsi que les failles proches du site. Enfin, EDF doit évaluer l'aléa de rupture de surface. Ces éléments font l'objet de la recommandation n°1 en annexe.**

**Pour le site du Tricastin, l'IRSN considère qu'EDF doit inscrire ce site en priorité dans son programme de caractérisation des failles. En fonction des conclusions issues de ce programme, EDF devra, le cas échéant, compléter son approche en retenant, pour les failles proches du site, un séisme avec des caractéristiques**

**analogues au séisme du Teil pour définir un spectre SMS réévalué ainsi qu'un spectre de niveau paléoséisme. EDF devra également évaluer l'aléa de rupture de surface relatif à ces failles. Ces points font l'objet de la recommandation n°2 en annexe.**

**IRSN**

Le Directeur général

Par délégation

Olivier DUBOIS

*Directeur Adjoint de l'expertise de sûreté*

## ANNEXE A L'AVIS IRSN N° 2021-00084 DU 20 MAI 2021

### Recommandations de l'IRSN

#### Recommandation n° 1

L'IRSN recommande qu'EDF :

- évalue la magnitude et la profondeur macrosismiques du SMS associé au séisme du Teil en s'appuyant sur l'estimation de l'intensité macrosismique à l'échelle des quartiers situés à proximité de la faille de la Rouvière telle que publiée par le BCSF ;
- définisse le spectre de niveau paléoséisme mobilisant la faille de la Rouvière ainsi que les failles du système des Cévennes les plus proches du site de Cruas ;
- évalue l'aléa de rupture de surface pour le site.

#### Recommandation n° 2

L'IRSN recommande qu'EDF inscrive en priorité le site du Tricastin dans son programme de caractérisation des failles. Sur la base de ces études, EDF devra, le cas échéant, pour les failles proches du site :

- retenir un scénario analogue au séisme du Teil pour définir un spectre SMS réévalué ;
- définir un spectre de niveau paléoséisme ;
- évaluer l'aléa de rupture de surface.