

Fontenay-aux-Roses, le 22 décembre 2015

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

Avis/IRSN N° 2015-00421

Objet : Agressions externes extrêmes retenues pour la mise en place du « noyau dur » des réacteurs à eau sous pression d'EDF

Réf. [1] Lettre ASN CODEP-DCN-2015-003610 du 28 janvier 2015
[2] Décisions ASN n°2012-DC-0274 à n°2012-DC-0292 du 26 juin 2012
[3] Décisions ASN n°2014-DC-0394 à 2014-DC-0412 du 21 janvier 2014

À la suite de l'accident survenu le 11 mars 2011 à la centrale de Fukushima Dai-ichi, l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) a demandé à Electricité de France (EDF) de définir et de mettre en œuvre un « noyau dur » de dispositions matérielles et organisationnelles robustes permettant de limiter les conséquences d'une agression « extrême » qui affecterait un de ses sites français d'implantation de réacteurs électronucléaires.

Par lettre citée en référence [1], l'ASN a demandé à l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) d'examiner les agressions externes retenues par EDF pour la mise en place du « noyau dur » de ses réacteurs à eau sous pression (REP). Dans ce cadre, l'ASN a sollicité l'avis de l'IRSN sur :

- l'aléa sismique proposé par EDF pour chacun de ses sites, en application de la prescription technique ECS-ND7 des décisions de l'ASN citées en référence [3]. L'ASN souhaite également connaître l'avis de l'IRSN sur :
 - « la pertinence de l'utilisation du filtrage par le CAV et sur ses conditions d'application pour d'éventuels futurs usages ;
 - les références utilisées pour déterminer les SMS retenus au regard des connaissances les plus récentes » ;
- les aléas d'inondation proposés par EDF, concernant :
 - « les niveaux marins réévalués pour Gravelines et Blayais [...] en application de la prescription [ECS-ND6] des décisions du 21 janvier 2014 ;
 - les hypothèses de pluies majorées et d'inondation issues de la défaillance d'équipements internes au site sous l'effet d'un séisme, retenues au titre de la prescription [ECS-6] des décisions du 26 juin 2012 ;

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

- [...] , les suites des engagements d'EDF [vis-à-vis des niveaux fluviaux] pris à l'occasion des précédentes réunions de GPR dans le cadre des évaluations complémentaires de sûreté » ;
- les aléas climatiques proposés par EDF, concernant « les hypothèses et modalités permettant de définir, selon la prescription [ECS-ND8], les niveaux d'aléas à retenir pour les agressions naturelles autres que le séisme et l'inondation à prendre en compte pour la conception des SCC nouveaux et la vérification des SCC existants ».

Une synthèse de l'analyse menée par l'IRSN et des principales conclusions associées est présentée ci-dessous.

CONTEXTE

Après l'accident de Fukushima Dai-ichi, EDF a réalisé en 2011 des Évaluations complémentaires de sûreté (ECS) pour évaluer la réponse de ses réacteurs à des situations extrêmes. Ces ECS ont ainsi traité d'un séisme de grande ampleur, d'une inondation extrême et d'agressions climatiques associées aux inondations.

Les conclusions des ECS ont fait l'objet d'une analyse de l'IRSN et d'une réunion des Groupes permanents d'experts les 8, 9 et 10 novembre 2011. Dans les décisions du 26 juin 2012 en référence [2], l'ASN a demandé à EDF de définir un « noyau dur » post-Fukushima pour ses réacteurs en exploitation ou en construction (prescription ECS-1) :

« I. Avant le 30 juin 2012, l'exploitant proposera à l'ASN un noyau dur de dispositions matérielles et organisationnelles robustes visant, pour les situations extrêmes étudiées dans le cadre des ECS, à :

- a) prévenir un accident avec fusion du combustible ou en limiter la progression ;
- b) limiter les rejets radioactifs massifs ;
- c) permettre à l'exploitant d'assurer les missions qui lui incombent dans la gestion d'une crise.

II. Dans le même délai, l'exploitant soumettra à l'ASN les exigences applicables à ce noyau dur. Afin de définir ces exigences, l'exploitant retient des marges significatives forfaitaires par rapport aux exigences applicables au 1^{er} janvier 2012 [...] ».

La définition par EDF de ce « noyau dur » post-Fukushima et des exigences associées a fait l'objet d'une analyse de l'IRSN et d'une réunion du Groupe permanent pour les réacteurs le 13 décembre 2012. Les décisions du 21 janvier 2014 de l'ASN (cf. référence [3]) présentent un ensemble de prescriptions demandant à EDF de compléter certaines exigences retenues pour la mise en place du « noyau dur ».

ANALYSE DE L'IRSN

L'analyse de l'IRSN a porté sur les aléas naturels extrêmes retenus par EDF pour le « noyau dur » de ses réacteurs, notamment en réponse aux prescriptions techniques de l'ASN. Il est à noter que, s'agissant de l'aléa sismique, EDF n'a pas indiqué quelle majoration il retient par rapport à cet aléa pour le dimensionnement des structures, systèmes et composants (SSC) nouveaux du « noyau dur ».

L'analyse réalisée, dont les conclusions sont présentées ci-après pour chacune des thématiques traitées, intègre les éléments présentés par EDF dans son dossier ainsi que lors des échanges techniques ayant eu lieu au cours de l'instruction. Notamment, l'IRSN a exprimé un certain nombre d'attentes relatives aux niveaux d'aléas à retenir pour la mise en place du « noyau dur », visant à justifier ou ajuster certaines hypothèses ainsi qu'à réaliser des études complémentaires. Une partie de ces attentes a fait l'objet de projets d'engagements d'EDF qu'il doit confirmer à l'ASN.

Aléa sismique

L'aléa sismique défini par EDF pour établir les spectres de réponse à utiliser pour la mise en place du « noyau dur » a fait l'objet d'une analyse de l'IRSN. Cette évaluation a porté sur :

- la pertinence des spectres de réponse définis pour les séismes majorés de sécurité (SMS) réévalués par EDF lors des dernières réévaluations sismiques ;
- le bien-fondé de la méthode et des hypothèses considérées par EDF pour établir les spectres de réponse probabilistes à 20 000 ans de période de retour ;
- la prise en compte, pour définir l'aléa sismique des sites, des effets de site particuliers ;
- la pertinence d'un filtrage du spectre de réponse en utilisant le paramètre dit CAV (« Cumulative Absolute Velocity ») ;
- le caractère acceptable des spectres de réponse retenus pour la mise en place du « noyau dur » au regard des points traités ci-dessus.

Spectres SMS « VD4-900 »

En réponse à la prescription ECS-ND7, EDF a présenté un référentiel fondé sur le réexamen de l'aléa sismique pour l'ensemble de ses sites d'implantation de réacteurs électronucléaires en application de la règle fondamentale de sûreté (RFS) 2001-01.

Les niveaux sismiques à retenir pour les réacteurs de 900 MWe, réévalués dans le cadre du réexamen de sûreté associé à la quatrième visite décennale (VD4-900), ont ainsi fait l'objet d'un examen spécifique. Pour les réacteurs des autres paliers (1300 MWe et 1450 MWe), l'examen correspondant a d'ores et déjà été réalisé par l'IRSN, en 2014 et 2015, dans le cadre des réexamens de sûreté de ces paliers (VD3-1300 et VD2-N4).

L'IRSN constate qu'EDF a généralement suivi la démarche préconisée par la RFS 2001-01, mais estime que certains points de l'approche d'EDF fragilisent l'estimation de l'aléa.

Pour définir la sollicitation sismique à considérer, il est nécessaire d'estimer les caractéristiques des séismes de référence, qui sont généralement des séismes anciens et dont les effets (intensités) ne sont connus qu'au travers d'archives historiques. Pour déterminer les couples magnitude-profondeur des séismes historiques pour les sites des réacteurs de 900 MWe, EDF a défini de nouvelles lois d'atténuation de l'intensité établies par région alors qu'auparavant, dans les études réalisées lors des VD3-1300 et VD2-N4 notamment, une seule loi était utilisée pour tout le territoire métropolitain.

Ces lois sont déterminées à partir de corrélations entre des séismes connus, mesurés par des instruments, et leurs effets. L'analyse effectuée par l'IRSN montre que la démarche mise en œuvre par EDF va dans le sens d'une meilleure évaluation des caractéristiques des séismes historiques. L'IRSN estime toutefois que ces lois régionales ne sont pas encore suffisamment consolidées car fondées sur un échantillon trop restreint en termes de représentation des magnitudes et sur une calibration en partie basée sur des séismes historiques ne disposant pas de données instrumentales fiables. **Ce point fait l'objet de la recommandation n°2-R1 en annexe I.**

L'IRSN a également relevé des difficultés inhérentes à la connaissance et à la caractérisation des séismes anciens qui pourraient influencer sur les niveaux sismiques retenus pour certains sites. EDF s'est engagé à compléter, sous trois ans, la connaissance relative à certains séismes anciens dont la réévaluation des caractéristiques peut conduire à une révision des niveaux sismiques pour les sites de Cruas, Tricastin et Saint-Laurent-des-Eaux. **L'IRSN considère que cet engagement est satisfaisant.**

Concernant la sélection des séismes historiques qui contribuent à la définition de l'aléa sismique pour le site de Chinon, EDF a révisé l'intensité indiquée dans la base de données SisFrance¹ pour certains d'entre eux et en a écarté d'autres, notamment au motif d'un déficit de connaissances les concernant. L'IRSN considère que les séismes répertoriés dans la base SisFrance, même mal connus, doivent être retenus par EDF s'ils conduisent aux plus fortes intensités après translation au plus près du site. EDF doit en conséquence revoir son estimation de l'aléa pour le site de Chinon. **Ce point fait l'objet de la recommandation n°2-R2 en annexe I.** Par ailleurs, EDF devrait apporter des éléments complémentaires justifiant la diminution de l'intensité du séisme de référence du site du Blayais par rapport à celle figurant dans la base de données SisFrance. **Ce point fait l'objet de l'observation n°2-O1 en annexe II.**

Pour la définition des SMS, EDF retient les séismes sur la base du « filtrage par l'intensité » tel que défini par la RFS 2001-01. Toutefois, l'IRSN souligne que ce filtrage peut conduire à écarter des séismes qui peuvent potentiellement induire des effets importants sur le site en termes de mouvement sismique. L'IRSN considère qu'EDF doit retenir l'ensemble des séismes qui produisent les

¹ Base de données sur les séismes historiques, établie dans le cadre d'une collaboration entre le BRGM, EDF et l'IRSN.

intensités et les mouvements sismiques les plus pénalisants pour définir l'aléa sismique des sites. Pour le site de Fessenheim, la démarche d'EDF conduit, selon l'IRSN, à sous-estimer l'aléa sismique. **Ce point fait l'objet de la recommandation n° 2-R3 en annexe I.**

EDF a proposé un plan d'actions visant à caractériser les failles et leur éventuel potentiel sismogénique dans un rayon de 25 km autour de certains sites. Pour le site de Fessenheim, EDF a uniquement précisé qu'il retraitera des données existantes. Compte tenu du questionnement ancien sur la présence de failles actives à proximité du site de Fessenheim, l'IRSN considère qu'EDF doit mettre en place et réaliser un programme d'études de terrain dans les meilleurs délais. **Ce point fait l'objet de la recommandation n° 2-R4 en annexe I et pourrait faire l'objet d'une prescription spécifique de l'ASN.**

Enfin, concernant les autres sites d'implantation des réacteurs de 900 MWe, sur la base d'études de sensibilité réalisées par l'IRSN et fondées sur différentes approches de caractérisation et de sélection des séismes, l'IRSN estime que les SMS considérés par EDF sont acceptables :

- pour les sites du Bugey, de Cruas, de Dampierre et de Saint-Laurent-des-Eaux ;
- pour les sites du Blayais, de Gravelines et du Tricastin, sous réserve de la prise en compte des recommandations de l'IRSN relatives aux effets de site particuliers.

Démarche probabiliste mise en œuvre

La prescription ECS-ND7 demande à EDF de définir des spectres probabilistes avec une période de retour de 20 000 ans. L'évaluation probabiliste de l'aléa sismique (PSHA) est une démarche qui consiste à évaluer la probabilité de dépasser une accélération donnée en un lieu déterminé. Cette évaluation est fondée sur l'hypothèse d'une sismicité constante dans le temps et dans l'espace.

L'évaluation probabiliste présentée par EDF est une étude relativement détaillée compte tenu des délais courts imposés par le calendrier de mise en place du « noyau dur ». **L'IRSN souligne l'important travail réalisé par EDF pour établir des niveaux de séisme probabilistes pour 19 sites à l'échelle du territoire métropolitain.** L'étude PSHA d'EDF répond aux exigences principales du cahier des charges élaboré pour définir les grandes lignes de l'étude.

L'IRSN a focalisé son instruction sur les éléments les plus importants au regard de la définition des spectres de réponse à retenir pour la mise en place du « noyau dur ».

Pour un certain nombre d'entre eux, l'IRSN considère que les éléments présentés par EDF sont satisfaisants. Ainsi, l'approche méthodologique globale retenue pour le calcul et la justification des choix effectués en termes de période de complétude, de tri des précurseurs et des répliques, de méthode d'ajustement des données de sismicité, de magnitude minimale de calcul, de discrétisation de l'échelle des magnitudes et de magnitude d'ajustement des taux de sismicité, sont satisfaisantes. Enfin, les éléments présentés par EDF concernant le choix des équations de prédiction du mouvement sismique sont satisfaisants.

L'IRSN émet des réserves sur certains autres choix d'EDF, mais estime leur impact sur l'aléa d'importance secondaire. Cela concerne notamment le caractère limité des études de sensibilité et les faiblesses dans le traitement des incertitudes associées au catalogue de sismicité. L'IRSN considère néanmoins ces choix acceptables pour cette étude, réalisée en support à l'établissement des spectres de réponse à retenir pour le « noyau dur ».

L'IRSN considère toutefois que l'étude PSHA présente des insuffisances concernant certains aspects majeurs du calcul de l'aléa sismique. Ainsi, l'IRSN a identifié des choix pouvant conduire à une sous-évaluation significative de cet aléa, notamment pour les basses fréquences du spectre de réponse. À cet égard :

- EDF devrait utiliser, pour les zones stables (bassins parisien et aquitain notamment), des valeurs de taux de sismicité établies à une échelle mondiale ;
- la méthode développée par EDF pour définir la distribution des magnitudes maximales (Mmax) repose sur des domaines tectoniques insuffisamment étendus ;
- EDF aurait dû considérer une pondération équivalente des trois zonages sismotectoniques retenus et associer à chacun de ces zonages les mêmes hypothèses en termes de magnitude maximale ;
- les hypothèses des modèles de failles (géométrie, segmentation, vitesse de glissement) ne sont pas satisfaisantes pour les sites du Tricastin et de Fessenheim.

L'ensemble de ces points ont été pris en compte par l'IRSN dans l'analyse de la composante probabiliste des spectres de réponse à retenir pour la mise en place du « noyau dur ».

Prise en compte des effets de site

La prescription ECS-ND7 demande à EDF de prendre en compte les effets de site particuliers pour la définition de l'aléa sismique à retenir pour le « noyau dur ».

La RFS 2001-01 distingue deux classes de sol (sédiment et rocher) à partir de la vitesse des ondes de cisaillement dans les 30 premiers mètres du sol (V_{s30}). Elle introduit la notion d'effets de site particuliers, définis comme étant les effets sur le mouvement sismique dus à une géométrie complexe des couches sédimentaires (notamment une cuvette sédimentaire menant à un effet de site multidimensionnel), à une forte épaisseur de sédiments ou à des caractéristiques mécaniques du sol faibles en surface (V_{s30} inférieure à 300 m/s). Pour de tels cas, le mouvement sismique peut être amplifié et sa durée allongée en raison du piégeage des ondes sismiques dans les couches sédimentaires superficielles. La RFS 2001-01 préconise, dans ces configurations, de réaliser une étude spécifique.

Dans le cadre de l'amélioration de la caractérisation de ses sites nucléaires, EDF s'est engagé à instrumenter les sites au rythme de trois sites par an. **Cette action permettra d'évaluer de manière empirique les éventuels effets de site, ce qui est satisfaisant.**

Pour identifier les sites concernés par d'éventuels effets de site liés à de fortes épaisseurs de sédiments, EDF effectue une analyse des mesures de vitesse de propagation des ondes de cisaillement dans des forages atteignant une centaine de mètres de profondeur. L'IRSN estime que cette analyse ne permet pas d'écarter l'occurrence d'effets de site pour certains sites. Aussi, dans l'attente des résultats issus de l'instrumentation des sites, l'IRSN considère qu'EDF doit réaliser des études spécifiques (investigations et simulations numériques) pour les sites du Blayais, de Fessenheim, de Golfech et de Belleville (les sites de Gravelines, du Tricastin et de Saint-Alban sont également concernés mais, étant susceptibles d'être affectés par d'autres types d'effets de site, ils sont traités ci-après). **Ce point fait l'objet de la recommandation n° 2-R5 en annexe I.**

Pour le site de Gravelines, où la valeur de Vs30 est inférieure à 300 m/s, l'IRSN estime que les simulations de la propagation des ondes dans des « colonnes de sol », présentées par EDF, sont insuffisantes pour justifier la prise en compte adaptée des effets de site particuliers, certaines hypothèses étant non pertinentes. Par conséquent, l'IRSN considère qu'EDF doit réviser son étude numérique. **Ce point fait l'objet de la recommandation n° 2-R6 en annexe I.**

Le site du Tricastin est localisé dans la paléovallée du Rhône (gorge creusée il y a 5 millions d'années à l'emplacement actuel du Rhône, puis comblée par des argiles et des sables), susceptible d'induire un effet de site multidimensionnel. L'IRSN estime que les arguments présentés par EDF ne permettent pas d'exclure l'occurrence d'effets de site particuliers liés à la présence de cette paléovallée. **Ce point fait l'objet de la recommandation n° 2-R7 en annexe I.** À cet égard, l'IRSN rappelle qu'il a recommandé qu'AREVA définisse le spectre forfaitaire extrême (SFE) qu'il retient pour la mise en place du « noyau dur » dans ses installations du site du Tricastin en tenant compte des effets de site particuliers. Dans l'attente de cette définition, l'IRSN a recommandé que la majoration de 30 %, proposée par AREVA pour une nouvelle installation implantée sur ce site pour tenir compte des effets de site, devait être a minima appliquée au spectre SFE initialement proposé.

Le site de Saint-Alban, où la valeur de Vs30 est inférieure à 300 m/s, est également localisé sur le bord de la paléovallée du Rhône. L'IRSN estime que la modélisation mise en œuvre par EDF pour évaluer le mouvement sismique applicable à ce site, en utilisant des modélisations numériques dans des « colonnes de sol », constitue une avancée significative même si elle nécessite quelques compléments. Cependant, compte tenu des caractéristiques multidimensionnelles de la paléovallée du Rhône, l'IRSN considère que ces modélisations sont insuffisantes. **Afin d'évaluer ces effets de site particuliers, EDF a engagé des études de caractérisation géologique et des modélisations numériques pour statuer, d'ici 2020, sur l'existence ou non d'un effet de site particulier sur le site de Saint-Alban. L'IRSN considère que ces éléments sont satisfaisants.**

Pertinence de l'utilisation d'un « filtrage par le CAV » des niveaux probabilistes

Depuis plusieurs années, des études visent à définir des paramètres de nocivité des séismes, calculés à partir de l'enregistrement du mouvement sismique et corrélés au niveau d'endommagement des structures. Le CAV est l'un de ces paramètres ; il a été introduit en 1988 par l'EPRI (Electric Power

Research Institute) afin d'établir un critère pour les arrêts automatiques des réacteurs en cas de séisme.

Le paramètre CAV est calculé à partir de l'accélérogramme du séisme. Il représente l'intégrale dans le temps de la valeur absolue de l'accélération du sol ; il s'agit donc d'une vitesse, d'où son nom : « Cumulative Absolute Velocity ».

EDF ayant proposé un « filtrage par le CAV » pour établir les spectres sismiques du référentiel applicable au « noyau dur », l'ASN a demandé que l'instruction de l'IRSN comporte une évaluation de la pertinence d'un tel filtrage ainsi qu'une évaluation de ses conditions d'application pour d'éventuels futurs usages.

L'IRSN considère que le CAV n'est plus, au regard de l'évolution des connaissances, l'indicateur de nocivité le mieux adapté pour décrire le comportement des SSC des installations en cas de sollicitation sismique. Par ailleurs, une telle démarche ne relève pas de l'estimation de l'aléa sismique, mais d'un calcul de risque, c'est-à-dire un calcul conjoint de l'aléa et de la vulnérabilité des SSC.

Au-delà de la discussion sur la pertinence du « filtrage par le CAV », l'IRSN a analysé différents aspects de la démarche mise en œuvre par EDF. À l'issue de son analyse, l'IRSN conclut que la démarche d'EDF est en écart sur plusieurs points avec celle de l'EPRI, qui est prise comme référence pour son étude. Ces écarts conduisent à une sous-évaluation de l'aléa sismique.

Enfin, l'IRSN estime que la mise en œuvre du « filtrage par le CAV » nécessiterait de disposer de données locales, ce qui n'est pas possible en France métropolitaine où les enregistrements accélérométriques sont insuffisants ; en outre, cette démarche n'est pas pertinente en présence d'effets de site particuliers.

A l'issue de son analyse, l'IRSN estime que le « filtrage par le CAV » des spectres probabilistes n'est pas pertinent pour évaluer l'aléa sismique des installations nucléaires en France. **Ce point fait l'objet de la recommandation n° 2-R8 et de l'observation n° 2-O2 en annexes.**

Définition des niveaux d'aléa sismique pour le « noyau dur »

En réponse à la prescription ECS ND7, EDF a transmis un recueil de spectres de réponse de sol pour le dimensionnement et la vérification des SSC du « noyau dur ». Ces spectres sont établis par EDF en retenant l'enveloppe d'un spectre probabiliste à 20 000 ans de période de retour et d'un spectre déterministe correspondant au SMS majoré de 50 %. **À l'issue de son évaluation, l'IRSN considère satisfaisants les spectres de réponse pour la mise en place du « noyau dur » définis par les spectres probabilistes médians (fractile 50 %) non filtrés par le CAV, les SMS majorés de 50 % et le cas échéant le spectre minimal forfaitaire, pour les sites de Dampierre, Saint-Laurent-des-Eaux, Cattenom, Flamanville, Golfech, Nogent-sur-Seine, Paluel, Penly et Civaux.**

Pour ce qui concerne la composante probabiliste, l'IRSN estime que le niveau présenté par EDF est potentiellement sous-évalué, notamment à basse fréquence, pour les sites du Blayais et du Bugey ainsi que de Cruas, Belleville, Chooz et Chinon. L'IRSN a donc calculé des spectres probabilistes « cible » en se basant sur des hypothèses tenant compte du manque de connaissances concernant la sismicité en France métropolitaine et cohérentes avec la pratique internationale. L'IRSN constate, pour ces sites, que les spectres associés, soit au fractile 84 %, soit à la moyenne des spectres probabilistes calculés par EDF (sans filtrage utilisant le paramètre CAV) présentent un faible écart avec le spectre « cible ». Par conséquent, l'IRSN considère qu'EDF doit retenir la moyenne ou le percentile 84 % dans la définition du spectre du « noyau dur » pour ces sites, en particulier à basse fréquence. **Ces points sont repris dans les recommandations n°2-R9, n°2-R10, n°2-R14 en annexe I.**

Pour ce qui concerne la composante déterministe des spectres de réponse pour la mise en place du « noyau dur », l'IRSN considère que les SMS retenus pour les sites de Chooz, Chinon et Fessenheim sont insuffisants ou incomplets et doivent être réévalués. **Ces points sont repris dans les recommandations n°2-R10, n°2-R11 et n°2-R14 en annexe I.**

Concernant le site de Gravelines, l'IRSN considère que l'étude réalisée pour évaluer les effets de site est insuffisante. **Ceci est repris dans la recommandation n°2-R6 en annexe I.**

Enfin, l'IRSN émet des réserves sur la prise en compte des modèles de failles dans le calcul probabiliste pour les sites de Fessenheim et du Tricastin. De plus, la prise en compte des effets de site pour définir les spectres probabilistes et déterministes des sites du Tricastin et de Saint-Alban n'est pas satisfaisante. Pour ces trois sites, l'IRSN considère qu'un nouveau calcul probabiliste complet doit être réalisé. **Ces points sont repris dans les recommandations n°2-R11, n°2-R12 et n°2-R13 en annexe I.**

Aléas d'inondation

Les aléas considérés par EDF et qui ont fait l'objet d'une analyse de l'IRSN sont, soit issus d'une montée des niveaux marins ou fluviaux, soit issus d'un déversement d'eau directement sur la plateforme du site nucléaire (pluies et inondations induites par un séisme).

Niveaux marins

En réponse à la prescription ECS-ND6, EDF définit des niveaux marins pour les sites du Blayais et de Gravelines qu'il estime conformes aux préconisations du guide n°13 de l'ASN (relatif à la protection des INB contre les inondations externes et applicable pour les réévaluations du dimensionnement des sites). Il cumule ainsi la marée théorique maximale et une surcote millénale². Une majoration forfaitaire de 50 cm est ensuite appliquée pour définir la protection des SSC du « noyau dur ». De

² Une surcote est la différence entre le niveau marin observé et le niveau marin prédit (« marée théorique »). Une surcote millénale a une fréquence de dépassement qui est égale, en moyenne, à 1/1000 par an.

plus, EDF détaille la méthodologie retenue pour caractériser les vagues se propageant sur les niveaux « noyau dur » des deux sites.

L'IRSN considère tout d'abord que la prise en compte par EDF de la marée est satisfaisante.

Pour calculer la surcote millénale, EDF a développé une approche statistique régionale à partir des surcotes mesurées en différents ports français et britanniques. Cette approche conduit à définir deux régions différentes pour le littoral français, dont la limite se situe à proximité du site de Gravelines. L'IRSN considère que la nouvelle méthodologie présentée par EDF constitue une avancée notable dans l'estimation des surcotes extrêmes, en prenant mieux en compte l'information disponible à l'échelle régionale et les liens de dépendance des surcotes causées par une même tempête.

À ce niveau de développement, elle ne permet toutefois pas de traiter les horsains³ de manière satisfaisante. L'IRSN estime que des approfondissements méthodologiques et des analyses de sensibilité complémentaires sont nécessaires, en particulier pour ce qui concerne la délimitation des régions et la prise en compte de données additionnelles concernant des tempêtes anciennes. S'agissant de ce dernier point, des calculs menés par l'IRSN ont montré que des surcotes millénales significativement supérieures à celles retenues par EDF pourraient être calculées pour les sites du Blavais et de Gravelines. **À l'issue de l'instruction, EDF a indiqué qu'il prévoit de réévaluer les niveaux marins « noyau dur » pour ces sites en complétant les données utilisées.** Cette réévaluation sera réalisée dans le cadre de travaux de recherche et de développement, compatibles avec le déploiement des protections des SSC du « noyau dur » sur ces deux sites.

Pour ce qui concerne la majoration forfaitaire de 50 cm retenue par EDF pour la protection des SSC du « noyau dur », l'IRSN considère que le gain apporté est significatif en termes de période de retour et ne devrait pas être remis en cause par les limites identifiées concernant l'approche régionale d'EDF relative aux surcotes (sous réserve de mieux tenir compte des tempêtes observées par le passé), ni par le changement climatique à l'échelle de la durée d'exploitation des réacteurs de ces sites.

Pour ce qui concerne la caractérisation des vagues, l'IRSN considère que les approches présentées par EDF sont satisfaisantes.

Aussi, sous réserve de la bonne prise en compte des surcotes additionnelles associées aux tempêtes anciennes ainsi que des vagues se propageant sur des niveaux marins réévalués, l'IRSN considère que la démarche présentée par EDF est acceptable.

Niveaux fluviaux

L'analyse de l'IRSN a concerné les éléments apportés par EDF pour consolider les études de la crue fluviale augmentée (crue actuellement retenue dans le référentiel de dimensionnement, majorée de 30 % pour la protection des SSC du « noyau dur »), notamment en regard du comportement des

³ Selon le guide n°13 de l'ASN, un horsain désigne une observation dont la valeur s'écarte significativement de celles des autres observations d'un même échantillon de données.

ouvrages hydrauliques à ces niveaux de crue. **Les hypothèses présentées pour la propagation de la crue fluviale augmentée apparaissent globalement acceptables pour les différents sites. L'IRSN relève néanmoins que les niveaux de la crue fluviale augmentée pour les sites du Tricastin et de Fessenheim nécessitent d'être consolidés. Pour le site de Saint-Alban, l'IRSN a examiné plus en détail l'étude de la crue fluviale augmentée et l'a considérée satisfaisante.**

La transmission des études de ruptures multiples de barrages, également prises en compte par EDF pour dimensionner les protections des SSC du « noyau dur », est prévue à la fin de l'année 2015. De ce fait, l'IRSN ne se prononce pas sur les niveaux retenus pour la protection des SSC du « noyau dur ».

À l'issue de l'instruction, en réponse à une demande de l'IRSN, EDF a indiqué qu'il vérifiera la présence d'une marge entre les niveaux d'exigence pour la protection des SSC du « noyau dur » et les niveaux fluviaux qui seront calculés en tenant compte des préconisations du guide n°13 précité de l'ASN.

Pluies et inondations induites par un séisme

Pour la protection des SSC du « noyau dur », EDF retient trois scénarios associés à un déversement d'eau directement sur la plateforme du site nucléaire : des pluies centennales doublées, des pluies centennales associées à une obstruction totale du réseau d'eaux pluviales ainsi qu'une inondation induite par la rupture d'ouvrages ou d'équipements du site sous l'effet d'un séisme « noyau dur ». Des valeurs de découplage sont proposées par EDF pour dimensionner les protections des SSC du « noyau dur » de chaque site, en intégrant une marge variable selon les sites par rapport à la lame d'eau maximale ainsi calculée.

L'IRSN estime que les trois scénarios étudiés permettent de considérer des situations allant significativement au-delà du dimensionnement. Bien que certains points nécessiteraient d'être consolidés en application du guide n°13 précité de l'ASN, **ce qui fait l'objet des observations n°3-01, n°3-02 et n°3-04 en annexe II**, l'IRSN estime que les méthodologies appliquées sont acceptables dans le cadre de la protection des SSC du « noyau dur ».

L'IRSN considère que les valeurs de découplage retenues par EDF pour la protection des SSC du « noyau dur » sont acceptables pour l'ensemble des sites, notamment au vu des hypothèses pénalisantes prises dans les scénarios étudiés, des marges retenues sur les lames d'eau calculées ainsi que des compléments qu'EDF a proposé d'apporter.

L'IRSN note que, dans le cas particulier du scénario d'inondation induite par un séisme « noyau dur » sur le site du Blayais, EDF valorise l'arrêt des pompes du circuit SEC, ce qui nécessiterait d'être pris en compte dans la stratégie de conduite des réacteurs. **Ce point fait l'objet de l'observation n°3-03 en annexe II.**

Aléas climatiques

Pour la protection des SSC du « noyau dur », EDF a proposé des niveaux d'aléas pour la tornade, pour le vent, la grêle et la foudre en tant que phénomènes liés à l'inondation, ainsi que pour la neige et les températures considérées au titre des « *autres agressions externes* » de la prescription ECS-ND8-I.

Tornade

La tornade « noyau dur », décrite dans le dossier transmis par EDF en 2014, correspond à une tornade de référence EF4 sur l'échelle de Fujita améliorée, présentant une vitesse maximale du vent d'environ 300 km/h.

L'IRSN considère que les caractéristiques de la tornade « noyau dur » et des projectiles associés sont satisfaisantes, au vu des marges avec la tornade du référentiel présenté à ce jour pour le dimensionnement (transmis dans le cadre du réexamen de sûreté VD3-1300) ainsi que du retour d'expérience sur le territoire métropolitain. Il convient de noter que, dans un courrier du 26 novembre 2015, EDF a présenté un nouveau référentiel « tornades » pour le dimensionnement des installations et pour le « noyau dur », qui n'a toutefois pas pu faire l'objet d'une analyse par l'IRSN.

Vent

EDF propose un vent « noyau dur » de 200 km/h pour dimensionner les protections contre l'inondation extrême (batardeaux...). Il considère que la protection de l'ensemble des éléments du « noyau dur » à la tornade « noyau dur » leur confère une protection suffisante à l'égard des vents extrêmes.

L'IRSN estime qu'un vent de 200 km/h est satisfaisant pour la plupart des sites, mais n'est pas exceptionnel pour les sites nucléaires normands. **Cependant, au vu des structures identifiées par EDF qui sont à dimensionner au vent « noyau dur », l'IRSN considère que la prise en compte d'un vent « noyau dur » de 200 km/h est acceptable.**

Par ailleurs, les effets associés à la tornade « noyau dur », caractérisée par un vent d'environ 300 km/h, permettent de couvrir les effets directs ou indirects du vent, sauf pour les cibles du « noyau dur » situées à plus de 9 m au-dessus de la plateforme (à partir de cette altitude, l'énergie cinétique d'un projectile associé au vent, selon le référentiel d'EDF, est supérieure à celles des projectiles associés à la tornade). Pour celles-ci, l'IRSN considère qu'EDF devrait vérifier que les impacts des projectiles générés par la tornade « noyau dur » couvrent les impacts des projectiles du référentiel PGVE⁴, générés par un vent « noyau dur ». **Ce point fait l'objet de l'observation n° 4-01 en annexe II.**

⁴ Projectiles générés par le vent extrême.

Grêle

Les caractéristiques du grêlon « noyau dur » proposé, ainsi que la prise en compte des phénomènes associés (obstruction, charge sur les structures), sont satisfaisantes au vu du retour d'expérience et des autres aléas retenus pour le « noyau dur » par EDF.

Néanmoins, EDF prévoit de définir la protection des SSC du « noyau dur » contre les grêlons en s'appuyant sur les protections contre les risques liés à la tornade. L'IRSN considère que ceci est acceptable, dans le principe. Toutefois, l'IRSN note que la protection des sites contre la grêle nécessite d'être consolidée par EDF. **Ce point fait l'objet de l'observation n° 4-O2 en annexe II.**

Foudre

L'IRSN considère que les caractéristiques de la foudre proposées par EDF permettent d'évaluer les effets induits par la foudre sur les SSC du « noyau dur ».

Bien que ces caractéristiques correspondent à des valeurs élevées, mais pas nécessairement exceptionnelles, l'IRSN estime que leur prise en compte simultanée conduit à considérer un phénomène de foudre extrême, significativement au-delà du dimensionnement et non remis en cause par le retour d'expérience des sites, ce qui est satisfaisant.

Neige et températures

EDF considère que des épisodes extrêmes de neige ou de grands chauds/grands froids ne constituent pas des agressions à retenir pour le « noyau dur ». De manière générale, pour les agressions externes autres que celles retenues pour le « noyau dur », EDF indique que les hypothèses à considérer sont les valeurs du dimensionnement des référentiels en vigueur à partir du réexamen de sûreté VD4-900, notamment pour la conception des nouveaux SSC du « noyau dur ».

Pour ce qui concerne la neige, l'IRSN considère qu'EDF n'a pas formellement répondu à la prescription ECS-ND-I, qui demande des « *marges renforcées* » pour les nouveaux SSC du « noyau dur ». **L'IRSN considère qu'EDF devra montrer l'existence d'une marge significative à l'égard d'une charge de neige extrême pour l'ensemble des bâtiments et structures du « noyau dur », lorsqu'ils seront définis.**

Pour ce qui concerne les grands chauds et les grands froids, EDF considère, de manière générale, que les SSC du « noyau dur » doivent pouvoir assurer leurs fonctions dans les conditions de température « longue durée »⁵ (TLD) et qu'ils ne seraient a priori pas valorisés au-delà des températures du référentiel. Pour le groupe électrogène à moteur Diesel d'ultime secours ainsi que pour la source froide et l'appoint ultime, EDF considère néanmoins des températures hautes présentant des marges par rapport au dimensionnement, qui sont acceptables au vu du référentiel actuel des installations. L'IRSN estime également recevable le choix d'EDF de ne pas valoriser le « noyau dur » pour des températures plus sévères que celles du dimensionnement s'il montre la capacité des installations et

⁵ La température « longue durée » (TLD) correspond au seuil dépassé environ sept jours par an, à l'horizon 2030. Elle est utilisée pour la démarche de dimensionnement.

des organisations à faire face à de telles situations. Sur ce point, EDF a indiqué qu'il prévoit d'engager un programme de travail dans le cadre du réexamen de sûreté VD4-900 et a d'ores et déjà mentionné des pistes de réflexion. L'IRSN considère que cet engagement d'EDF est acceptable pour les réacteurs de 900 MWe pour les agressions de dimensionnement et pour des agressions naturelles plus sévères. **Les délais envisagés pour ce programme de travail devront être compatibles avec le réexamen de sûreté VD4-900 ; au regard des conclusions de ce réexamen, l'IRSN se positionnera sur les actions attendues pour les réacteurs de 1300 et de 1450 MWe.**

CONCLUSION

L'analyse de l'IRSN a porté sur les aléas naturels extrêmes retenus par EDF pour le « noyau dur » de ses réacteurs, notamment en réponse aux prescriptions de l'ASN.

Pour ce qui concerne l'aléa sismique, l'IRSN a tout d'abord effectué un examen des spectres de réponse SMS proposés dans le cadre du réexamen de sûreté VD4-900, EDF utilisant ces spectres pour définir les spectres du « noyau dur » pour les sites concernés. Cet examen a abouti, pour certains sites, à des recommandations concernant la caractérisation et la sélection des séismes historiques ainsi que la prise en compte des failles actives.

S'agissant des effets de site particuliers, l'IRSN note qu'EDF s'est engagé à mettre en place une instrumentation sismique sur l'ensemble de ses sites nucléaires. Toutefois, dans l'attente des résultats des mesures issues de cette instrumentation, l'IRSN recommande qu'EDF réalise, pour certains sites, des investigations et des études complémentaires.

Concernant la démarche mise en œuvre pour établir les spectres probabilistes utilisés pour définir les spectres de réponse applicables aux SSC du « noyau dur », l'IRSN souligne l'important travail réalisé par EDF. L'IRSN considère toutefois que les études transmises présentent des insuffisances concernant certains points majeurs du calcul de l'aléa, ce qui a conduit l'IRSN à réaliser des calculs complémentaires, fondés sur des hypothèses alternatives considérées plus pertinentes, en vue d'évaluer le caractère enveloppe des spectres proposés par EDF.

Pour établir les spectres de réponse applicables aux SSC du « noyau dur », EDF a mis en œuvre un « filtrage par le CAV (Cumulative Absolute Velocity) » des séismes afin de définir les spectres probabilistes à 20 000 ans. A l'issue de son analyse, l'IRSN considère que cette démarche n'est pas pertinente pour les sites nucléaires français.

En conclusion, pour ce qui concerne les spectres de réponse applicables aux SSC du « noyau dur », l'IRSN considère que :

- les spectres « noyau dur », définis par les spectres probabilistes médians sans filtrage utilisant le paramètre CAV, les SMS majorés de 50 % et le cas échéant le spectre minimal forfaitaire, sont satisfaisants pour les sites de Dampierre, Saint-Laurent-des-Eaux, Cattenom, Flamanville, Golfech, Nogent-sur-Seine, Paluel, Penly et Civaux ;

- le spectre probabiliste au percentile 84 % (sans filtrage utilisant le paramètre CAV) doit être retenu pour définir le spectre « noyau dur » des sites du Blayais, du Bugey, de Cruas, de Belleville et de Chinon ;
- le spectre probabiliste moyen (sans filtrage utilisant le paramètre CAV) doit être retenu pour définir le spectre « noyau dur » du site de Chooz ;
- les SMS retenus pour les sites de Chooz, Chinon et Fessenheim sont insuffisants ou incomplets et doivent être réévalués ;
- l'étude réalisée pour évaluer les effets de site pour Gravelines est insuffisante.

En outre, l'IRSN émet des réserves sur la prise en compte des modèles de failles dans le calcul probabiliste des sites de Fessenheim et du Tricastin et la prise en compte des effets de site pour définir les spectres probabilistes et déterministes des sites du Tricastin et de Saint-Alban n'est pas satisfaisante. Pour ces trois sites, l'IRSN considère qu'un nouveau calcul probabiliste complet doit être réalisé.

Pour ce qui concerne les aléas d'inondation, l'IRSN considère que :

- la démarche d'EDF relative aux niveaux marins est satisfaisante, compte tenu de l'engagement d'EDF de prendre en compte des données de surcotes additionnelles pour réévaluer les niveaux pour les sites du Blayais et de Gravelines ;
- les études de crue fluviale augmentée sont globalement convenables. Néanmoins, les études traitant des ruptures multiples de barrages n'ayant pas été transmises par EDF dans le cadre de la présente instruction, l'IRSN ne peut pas se prononcer sur les niveaux d'exigence à retenir pour la protection des SSC du « noyau dur » concernant les niveaux fluviaux extrêmes ;
- les valeurs de découplage retenues par EDF pour les pluies et les inondations induites par un séisme sont acceptables pour la protection des SSC du « noyau dur ».

Enfin, pour ce qui concerne les aléas climatiques (à l'exception de la tornade, pour laquelle EDF a transmis un nouveau référentiel après l'instruction), l'IRSN considère que les éléments apportés par EDF sont acceptables pour la protection des SSC du « noyau dur ». Des observations sont toutefois formulées concernant le caractère enveloppe de la tornade par rapport aux vents extrêmes ainsi que les protections à mettre en œuvre contre la grêle.

Pour le directeur général, par ordre,

Frédérique PICHEREAU

Adjoint au directeur de l'expertise de sûreté

Annexe I à l'avis IRSN/2015-00421 du 22 décembre 2015

Recommandations

ALEA SISMIQUE

Spectres SMS « VD4-900 »

Recommandation n° 2-R1

L'IRSN recommande que, sous trois ans, EDF consolide la calibration des lois d'atténuation de l'intensité des séismes, en se fondant sur un échantillon de séismes élargi à l'échelle de l'Europe et en regroupant les séismes issus de régions aux propriétés atténuantes similaires. Cette calibration privilégiera des séismes instrumentaux de bonne qualité et une gamme de magnitude pertinente pour l'estimation des séismes de référence de forte magnitude.

Recommandation n° 2-R2

Pour la réévaluation des séismes majorés de sécurité (SMS) du site de Chinon, l'IRSN recommande qu'EDF prenne en compte les séismes de la zone du site identifiés dans la base de données SisFrance dont l'intensité est supérieure à celle du séisme de référence retenu par EDF et propose un spectre de réponse réévalué en conséquence.

Recommandation n° 2-R3

Pour la réévaluation des SMS du site de Fessenheim, l'IRSN recommande qu'EDF retienne, en complément du séisme de Bâle (1356), le séisme de Kaiserstuhl (1926) produisant les effets les plus forts en termes de mouvements sismiques à hautes fréquences et propose un spectre de réponse réévalué en conséquence.

Recommandation n° 2-R4

Afin de caractériser l'activité des failles localisées dans l'environnement proche du site de Fessenheim, l'IRSN recommande qu'EDF engage, sous six mois, des études de terrain utilisant les méthodes et moyens usuels de la paléosismologie.

Prise en compte des effets de site

Recommandation n° 2-R5

Afin d'évaluer les éventuels effets de site liés à une forte épaisseur de sédiments, l'IRSN recommande que, sous trois ans et pour les sites du Blayais, de Fessenheim, de Golfech et de Belleville, EDF :

- caractérise la géométrie des couches géologiques et les propriétés du sol en profondeur, incluant le substratum, par des mesures géophysiques et géotechniques ;
- réalise des modélisations de la propagation des ondes sismiques à travers des modèles de sol représentatifs des sites, en tenant compte des incertitudes.

Recommandation n° 2-R6

Pour la réévaluation des SMS et pour la définition du spectre « noyau dur » du site de Gravelines, l'IRSN recommande que, sous trois ans, EDF :

- caractérise la géométrie des couches géologiques et les propriétés du sol en profondeur, incluant le substratum, par des mesures géophysiques et géotechniques ;
- révisé l'étude numérique relative aux effets de site, en tenant compte des incertitudes sur les données et modèles de sol et en utilisant des accélérogrammes représentatifs des spectres déterministes de chacun des SMS et du spectre probabiliste à 20 000 ans.

Recommandation n° 2-R7

Pour la réévaluation du SMS et du paléoséisme ainsi que pour la définition du spectre « noyau dur » du site du Tricastin, l'IRSN recommande que, sous trois ans, EDF évalue les éventuels effets de site sur la base d'une étude numérique de la propagation multidimensionnelle des ondes sismiques, en tenant compte des incertitudes sur les données et les modèles de sol et en utilisant des accélérogrammes représentatifs du spectre déterministe du SMS, du paléoséisme et du spectre probabiliste à 20 000 ans.

Pertinence de l'utilisation d'un « filtrage par le CAV » des niveaux probabilistes

Recommandation n° 2-R8

L'IRSN recommande que la définition du spectre « noyau dur » des sites nucléaires d'EDF soit fondée sur des spectres probabilistes élaborés sans filtrage utilisant le paramètre « CAV » (Cumulative Absolute Velocity).

Définition des niveaux d'aléa sismique pour le « noyau dur »

Recommandation n° 2-R9

Pour la définition des spectres « noyau dur » des sites du Blayais, du Bugey, de Cruas et de Belleville, l'IRSN recommande qu'EDF retienne, en dessous de 2 Hz, l'enveloppe du spectre correspondant au SMS « VD4-900 » ou « VD3-1300 » selon le site, majoré de 50 %, et du spectre associé au fractile 84 % du spectre probabiliste à 20 000 ans de période de retour calculé par EDF.

Recommandation n° 2-R10

Pour la définition du spectre « noyau dur » du site de Chinon, l'IRSN recommande qu'EDF retienne l'enveloppe du spectre correspondant au SMS « VD4-900 » réévalué et majoré de 50 % et du spectre associé au fractile 84 % du spectre probabiliste à 20 000 ans de période de retour calculé par EDF.

Recommandation n° 2-R11

Pour la définition du spectre « noyau dur » du site de Fessenheim, l'IRSN recommande qu'EDF retienne l'enveloppe des spectres correspondant aux SMS « VD4-900 » réévalués et majorés de 50 % et d'un spectre probabiliste à 20 000 ans établi en attribuant un poids plus fort aux magnitudes maximales déterminées à partir de domaines tectoniques plus étendus, en incluant le segment nord de la faille du Rhin et en retenant des vitesses de glissement pour les failles représentatives des valeurs publiées.

Recommandation n° 2-R12

Pour la définition du spectre « noyau dur » du site du Tricastin, l'IRSN recommande qu'EDF retienne l'enveloppe des spectres correspondant aux SMS « VD4-900 » réévalués et majorés de 50 % et d'un spectre probabiliste à 20 000 ans établi en attribuant un poids plus fort aux magnitudes maximales déterminées à partir de domaines tectoniques plus étendus, en incluant l'ensemble des segments des failles de Nîmes et de Ventoux-Lure et en retenant des vitesses de glissement pour les failles représentatives des valeurs publiées. Le spectre « noyau dur » devra également tenir compte des effets de sites particuliers.

Recommandation n° 2-R13

Pour la définition du spectre « noyau dur » du site de Saint-Alban, l'IRSN recommande qu'EDF retienne l'enveloppe des spectres correspondant aux SMS « VD3-1300 » réévalués et majorés de 50 % et d'un spectre probabiliste à 20 000 ans établi en attribuant un poids plus fort aux magnitudes maximales déterminées à partir de domaines tectoniques plus étendus. Le spectre « noyau dur » devra également tenir compte des effets de sites particuliers.

Recommandation n° 2-R14

Pour la définition du spectre « noyau dur » du site de Chooz, l'IRSN recommande qu'EDF retienne l'enveloppe du spectre SMS correspondant au séisme de Clairvaux majoré de 50 % et du spectre probabiliste moyen à 20 000 ans de période de retour calculé par EDF.

Annexe II à l'avis IRSN/2015-00421 du 22 décembre 2015

Observations

ALEA SISMIQUE

Observation n° 2-01 :

Pour la définition du SMS du site du Blayais, l'IRSN estime qu'EDF devrait compléter les éléments de justification permettant de réviser à la baisse la valeur de l'intensité épacentrale du séisme de 1759 indiquée dans la base de données SisFrance.

Observation n° 2-02 :

Pour ce qui concerne les éventuels futurs usages du filtrage utilisant le paramètre « CAV », l'IRSN estime que le filtrage des spectres probabilistes n'est pas une technique pertinente pour évaluer l'aléa sismique des installations nucléaires en France.

ALEAS D'INONDATION - PLUIES ET INONDATIONS INDUITES PAR UN SEISME

Observation n° 3-01 :

Dans le cadre de l'application du guide n°13 de l'ASN relatif à la protection des INB contre les inondations externes, l'IRSN estime qu'EDF devrait justifier que les durées d'épisodes intenses de pluie retenues permettent d'obtenir des scénarios majorants pour les différents bâtiments ou équipements à protéger.

Observation n° 3-02 :

Dans le cadre de l'application du guide n°13 de l'ASN relatif à la protection des INB contre les inondations externes, l'IRSN estime que les coefficients de ruissellement pris en compte dans les scénarios de pluie nécessiteraient d'être consolidés pour les zones perméables et les toitures, en tenant compte des caractéristiques des événements pluvieux.

Observation n° 3-03 :

Si l'arrêt des pompes du circuit SEC est retenu pour garantir la protection contre l'inondation des équipements du « noyau dur » des réacteurs du site du Blayais, l'IRSN estime qu'EDF devrait s'assurer que la stratégie de conduite de ces réacteurs, en cas de séisme « noyau dur », permette de garantir l'arrêt de ces pompes dans les délais requis.

Observation n°3-04 :

Dans le cadre de l'application du guide n°13 de l'ASN relatif à la protection des INB contre les inondations externes, l'IRSN estime que l'examen des ruissellements, issus des débordements localement pénalisants du réseau d'eaux pluviales lors de pluies centennales, devrait être conduit en tenant compte des éventuels obstacles qui pourraient limiter l'étalement et augmenter les niveaux d'eau autour des bâtiments ou équipements à protéger.

ALEAS CLIMATIQUES

Observation n°4-01 :

L'IRSN estime que, pour les cibles « noyau dur » situées à plus de 9 m au-dessus de la plateforme du site nucléaire, EDF devrait vérifier que les impacts des projectiles générés par la tornade « noyau dur » couvrent effectivement les impacts des projectiles « tôle de bardage » et « planche de bois » générés par le vent « noyau dur ».

Observation n°4-02 :

Pour ce qui concerne la protection contre la grêle, l'IRSN estime, dans le cas particulier où aucune protection ne serait prévue contre l'impact de la « bille d'acier » projetée par une tornade, qu'EDF devrait mettre en place une protection adaptée au grêlon « noyau dur » ou justifier l'absence de risque.