

Fontenay-aux-Roses, le 14 mars 2014

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

Avis IRSN N° 2014-00103

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)

Suffisance des études de sûreté et des modifications relatives au thème REF18
« Référentiel criticité »

- Réf. :**
1. **Saisine CODEP-DCN-2012-053666 du 4 octobre 2012**
 2. Lettre ASN/Dép-DCN-0293-2007 du 27 août 2007
 3. Arrêté du 31 décembre 1999 fixant la réglementation technique générale destinée à prévenir et limiter les nuisances et les risques externes résultant de l'exploitation des installations nucléaires de base (INB)
 4. Arrêté du 7 février 2012 fixant les règles générales relatives aux INB

Dans le cadre du réexamen de sûreté associé aux troisièmes visites décennales des réacteurs de 1300 MWe (VD3 1300), l'Autorité de Sûreté Nucléaire (ASN) a souhaité par sa lettre en référence 1 recueillir l'avis de l'Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire (IRSN) sur :

- la pertinence et la suffisance des études menées par Électricité de France (EDF) concernant le thème « Référentiel criticité » du réexamen de sûreté VD3 1300 ;
- la suffisance des modifications envisagées par EDF dans le cadre de ce thème de réexamen.

Adresse courrier
BP 17
92262 Fontenay-aux-Roses
Cedex France

Pour mémoire, en déclinaison de l'article 45 de l'arrêté du 31 décembre 1999 en référence 3, le référentiel criticité établi par EDF regroupe les exigences de sûreté relatives à la prévention des risques de criticité d'une part pour les activités liées à l'exploitation du bâtiment combustible (BK), d'autre part pour les activités liées aux phases d'exploitation du bâtiment réacteur (BR) lorsque le réacteur est en situation « cuve ouverte ».

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

À la suite de l'instruction menée par l'IRSN en 2004 sur la proposition de référentiel criticité présentée par EDF, l'ASN avait formulé dans son courrier cité en référence 2 plusieurs demandes dont la prise en compte, dans la révision du référentiel criticité transmise en 2008, devait être vérifiée à l'occasion des réexamens de sûreté associées aux visites décennales. Par conséquent, l'IRSN a examiné si le référentiel criticité d'EDF, qui doit être mis en application sur le palier de 1300 MWe à l'occasion de la VD3, intègre les différentes demandes de l'ASN.

Par ailleurs, bien que le cadre de la saisine de l'ASN soit spécifique au réexamen de sûreté des paliers de 1300 MWe, l'analyse de l'IRSN aborde les aspects liés au risque de criticité pour tous les paliers dans la mesure où le référentiel criticité a vocation à être appliqué à l'ensemble des réacteurs du parc d'EDF.

Domaine d'application du référentiel criticité

L'article 45 de l'arrêté du 31 décembre 1999 en référence 3 définit les principes à respecter pour éviter un accident de criticité. Cet article est applicable à toutes les INB, sans distinction de leur nature ou de leur domaine d'exploitation.

Pour autant, dans le cas d'un réacteur électronucléaire, la criticité est recherchée dans certains domaines d'exploitation. Cette criticité est alors maîtrisée, en condition de fonctionnement normal ou accidentel, par des dispositions identifiées par la démonstration de sûreté idoine.

De ce fait, EDF précise que le référentiel criticité qu'il a élaboré, en déclinaison des exigences figurant dans les décrets autorisant la création de ses réacteurs et dans l'article 45 de l'arrêté du 31 décembre 1999, couvre l'ensemble des activités liées à la manutention et à l'entreposage du combustible sur site. En revanche, ce référentiel ne s'applique pas au combustible présent dans le réacteur dès lors que la cuve est fermée.

À cet égard, l'IRSN signale que l'arrêté du 31 décembre 1999 en référence 3 est abrogé depuis la mise en application de l'arrêté INB du 1^{er} juillet 2013 (référence 4). Ce dernier stipule (article 3.4) qu'au titre de la maîtrise des réactions nucléaires en chaîne, l'exploitant démontre que les dispositions prises permettent de prévenir le risque de criticité lorsque cette dernière n'est pas recherchée. Par application de cet article, le champ de couverture du référentiel criticité pourrait être étendu au combustible présent dans le réacteur dans les domaines d'exploitation qui précèdent les opérations de recherche de la criticité lors de la divergence.

L'arrêté INB doit être précisé par des décisions et des guides de l'ASN en cours d'élaboration.

Risque d'accident de criticité dans le bâtiment réacteur

Dans son courrier en référence 2, l'ASN a considéré que les dispositions relatives au risque de criticité devaient être intégrées dans les rapports de sûreté (RDS). À cet égard, l'IRSN rappelle que les critères de sûreté applicables aux phases A et B¹ des conditions de fonctionnement de dimensionnement ne portent pas sur la maîtrise de la réactivité. Néanmoins, les discussions actuellement en cours entre l'ASN, EDF et l'IRSN sur les aspects « criticité », notamment dans le cadre de l'application de l'arrêté INB du 7 février 2012, font ressortir qu'une exigence vis-à-vis de la maîtrise des réactions en chaîne est nécessaire dans les états d'arrêt, notamment lorsque la disponibilité de l'arrêt automatique du réacteur (AAR) n'est pas garantie.

C'est pourquoi, l'IRSN considère que des critères d'acceptabilité portant sur la maîtrise de la réactivité et dédiés aux études contribuant à dimensionner les moyens de contrôle de la réactivité dans les états d'arrêt (concentration en bore et grappes de commande) doivent être définis et mentionnés dans le chapitre III du RDS au même titre que les autres critères applicables aux phases A et B des conditions de fonctionnement de dimensionnement. De plus, l'IRSN estime que ces critères d'acceptabilité, caractérisant les marges en réactivité retenues,

¹ Il s'agit des phases de l'accident précédant la première action de l'opérateur

devront être gradués en fonction de l'existence ou non de moyen de détection ou de la disponibilité ou non de l'AAR. Ce point fait l'objet de la recommandation n° 1 en annexe.

Concernant les règles d'études utilisées dans le cadre du référentiel criticité, l'IRSN note qu'elles diffèrent de celles des études de dimensionnement par l'absence de prise en compte de la règle de l'aggravant unique. Or, parmi les trois accidents initiés dans le BR et étudiés dans le cadre du référentiel de criticité, l'accident de dilution homogène en arrêt pour rechargement (APR) dans la configuration où l'ensemble des assemblages du combustible n'est pas présent dans la cuve du réacteur (cœur incomplet), pour lequel un moyen de détection est nécessaire pour assurer la démonstration de sûreté, est sensible à la règle de l'aggravant unique. EDF indiquait que cette étude, avec les règles du référentiel de criticité, serait intégrée au chapitre des études justificatives particulières du RDS puisqu'elle n'a pas été prise en compte à la conception². L'IRSN rappelle toutefois que l'étude du mauvais positionnement d'un assemblage combustible dans le cœur n'était pas davantage prise en compte à la conception et qu'elle a pourtant été introduite parmi les conditions de fonctionnement de dimensionnement. Par ailleurs, l'IRSN considère qu'à l'occasion des réexamens de sûreté, les études figurant dans le chapitre des études justificatives particulières doivent être affectées soit aux études de dimensionnement soit à celles du domaine complémentaire, en utilisant les règles d'études idoines. Par ailleurs, l'ASN a demandé qu'EDF mette en œuvre une modification matérielle visant à prévenir l'apparition d'un accident de criticité faisant suite à une dilution en situation de cœur incomplet. Cette modification consiste à installer un dispositif redondant, diversifié et indépendant du système actuel de mesure de la concentration en bore. La démonstration de sûreté de l'accident de dilution deviendra donc, de fait, robuste à la règle de l'aggravant unique.

Ainsi, une fois les critères d'acceptabilité mentionnés pour les états d'arrêt dans le RDS, tel que recommandés dans le présent avis, l'IRSN estime que, de manière générale, les études démontrant notamment la suffisance des moyens de contrôle de la réactivité dans les états d'arrêt (concentration en bore et grappes de commande) doivent figurer parmi les études des conditions de fonctionnement de dimensionnement et suivre les mêmes règles d'études. Ce point complète la recommandation n° 1 en annexe.

Risque de criticité dans le bâtiment combustible (BK)

Pour ce qui concerne le risque de criticité dans le bâtiment combustible, les principales démonstrations de sûreté attendues à la suite notamment des demandes formulées par l'ASN concernent :

- les scénarios de chute d'un assemblage en fond de piscine BK suivi d'un percement de la peau d'étanchéité ;
- la chute des emballages de transport ;
- la qualification des codes de calcul utilisés pour les études de criticité relatives au BK.

² Dans le rapport de sûreté VD3 1300 transmis par EDF en septembre 2013, l'étude dilution en APR cœur incomplet n'y figure pas. Ce point est analysé dans le cadre de l'avis IRSN 2013-256 du 1^{er} juillet 2013 relatif aux risques de dilution dans le cadre des VD3 1300.

Les demandes de l'ASN relatives aux scénarios de chute d'un assemblage en fond de piscine suivi d'un percement de la peau d'étanchéité et à la qualification des codes de calculs utilisés pour les études de criticité relatives au BK, restent à ce jour sans réponse.

Concernant les emballages de transport, l'IRSN souligne que la justification d'EDF relative au risque de criticité lors de la manutention des emballages est uniquement valable pour les emballages, chargements et assemblages combustibles définis dans les études référencées dans son dossier. À cet égard, l'IRSN considère que les éléments apportés par EDF ne permettent pas de statuer sur l'exhaustivité des cas de chargement susceptibles d'être rencontrés (combinaisons des différents types d'emballage, de panier et de combustible) au regard des certificats d'agrément transport tel que délivré à ce jour. Ce point fait l'objet de l'observation n°1.

Pour ce qui concerne la manutention des emballages de combustible neuf, les études de sûreté présentées par EDF n'appellent de remarque de la part de l'IRSN.

Pour ce qui concerne les cas étudiés par EDF dans le cadre de la manutention des emballages de combustible usé, les études de sûreté présentée par EDF pour l'ensemble des réacteurs n'appellent de remarque de la part de l'IRSN, hormis pour le palier CP0. Sur ce point, l'IRSN a constaté qu'EDF excluait de son analyse le risque de chute d'un emballage dans les BK du palier CP0. EDF justifie cette approche par le niveau de fiabilité élevé des ponts lourds de manutention utilisés sur ce palier. Pour sa part, l'IRSN considère que cette approche probabiliste n'est pas compatible avec le principe de double défaillance énoncé dans l'article 45 de l'arrêté du 31 décembre 1999.

Aussi, l'IRSN estime que la chute d'emballage dans le BK du palier CP0, consécutive à une défaillance unique, doit être considérée par EDF et que les conséquences en termes de criticité d'une telle situation doivent être étudiées. Ce point fait l'objet de la recommandation n°2.

Pour ce qui concerne les configurations de calculs du risque de criticité dans le bâtiment combustible, EDF retient deux configurations pour chaque type d'emballage pouvant être rencontré sur les réacteurs :

- le colis en conditions de routine de transport, avec les assemblages intègres (dans ce cas la concentration en bore est prise égale à 0),
- après chute du colis, les assemblages sont endommagés et la matière fissile est modélisée sous la forme d'un réseau de pastilles sans gaine à pas triangulaire variable dans l'eau borée à 2000 ppm de bore naturel.

L'IRSN estime que la configuration après chute du colis est satisfaisante sous réserve que la manutention des emballages en eau claire soit exclue.

De l'analyse des résultats des calculs de criticité effectués par l'IRSN, il ressort que la valeur de l'enrichissement maximal en ^{235}U du combustible UOX, retenue par EDF dans le cas d'un emballage de transport, diffère selon la configuration de calcul étudiée. Ce point fait l'objet de l'observation n°2.

Enfin, du point de vue du risque criticité, les réacteurs de la centrale du Bugey fait l'objet d'une analyse spécifique dans le cas particulier de la chute de l'emballage de transport au portique de relevage. En effet, sur ce site, l'emballage est manutentionné vidé et fermé, mais non séché.

Les contre-calculs effectués par l'IRSN pour ce cas particulier ne convergent pas avec ceux réalisés par EDF, et ne permettent pas d'exclure le risque de criticité dans le cas d'une chute de l'emballage au portique de relevage.

Suite aux différences constatées entre les résultats de ces calculs, EDF a indiqué qu'il vérifiera les hypothèses et le contenu de son étude et, si nécessaire réalisera une reprise d'étude. Ce point méritera d'être confirmé à l'ASN par l'exploitant.

Conclusion

De l'examen de la pertinence et de la suffisance des études menées par EDF concernant le thème « Référentiel criticité » du réexamen de sûreté VD3 1300 MWe, l'IRSN n'a pas identifié d'éléments de nature à remettre en cause la poursuite d'exploitation des réacteurs de 1300 MWe. À cet égard, EDF n'a pas identifié de modification particulière des installations à mettre en œuvre.

Pour ce qui concerne les risques de criticité induits par les activités liées aux phases d'exploitation du bâtiment réacteur, l'IRSN estime que l'ensemble des études démontrant notamment la suffisance des moyens de contrôle de la réactivité dans les états d'arrêt (concentration en bore et grappes de commande), y compris l'accident de dilution homogène en phase de manutention du combustible et le retrait accidentel de toutes les grappes de commande, doivent figurer dans le rapport de sûreté parmi les études des conditions de fonctionnement de dimensionnement et suivre les mêmes règles d'études. De plus, les critères d'acceptabilité associés à ces études doivent être précisés au même titre que les critères applicables aux phases A et B des autres conditions de fonctionnement de dimensionnement. De plus, ces critères d'acceptabilité, caractérisant la marge en réactivité, doivent être gradués en fonction de l'existence ou non de moyen de détection ou de la disponibilité ou non de l'AAR. En effet, dans le cadre de la refonte des textes réglementaires, l'IRSN souligne que des discussions sont en cours pour étendre les exigences vis-à-vis de la prévention du risque de criticité à toutes les situations des états d'arrêt normal pour lesquelles la disponibilité de l'AAR n'est pas démontrée, c'est-à-dire au-delà du domaine retenu pour le référentiel de criticité. Des évolutions sont donc à prévoir dans les prochaines années.

Pour ce qui concerne les aspects criticité relevant de l'exploitation du bâtiment combustible, l'IRSN souligne que les demandes de l'ASN relatives aux scénarios de chute d'un assemblage en fond de piscine suivi d'un percement de la peau d'étanchéité ainsi qu'à la qualification des codes de calculs utilisés pour les études de criticité relatives au BK restent à ce jour sans réponse de la part d'EDF. Par ailleurs, l'IRSN estime qu'EDF doit mener un ensemble de vérification des hypothèses qui font l'objet des observations en annexe.

Enfin, l'IRSN considère que la démonstration sur le palier CPO doit être complétée conformément à la deuxième recommandation en annexe.

Pour le Directeur général de l'IRSN, et par délégation,

FRANCK BIGOT

Recommandations

Recommandation n° 1

L'IRSN recommande que des critères d'acceptabilité portant sur la maîtrise de la réactivité et dédiés aux études contribuant à dimensionner les moyens de contrôle de la réactivité dans les états d'arrêt (concentration en bore et grappes de commande) soient définis et mentionnés dans le chapitre III du rapport de sûreté (RDS) au même titre que les autres critères applicables aux phases A et B des conditions de fonctionnement de dimensionnement. De plus, l'IRSN recommande que ces critères, caractérisant les marges en réactivité retenues, soit gradués en fonction de l'existence ou non de moyen de détection ou de la disponibilité ou non de l'AAR.

L'IRSN recommande que, de manière générale, les études démontrant notamment la suffisance des moyens de contrôle de la réactivité dans les états d'arrêt (concentration en bore et grappes de commande) figurent parmi les études des conditions de fonctionnement de dimensionnement et suivent les mêmes règles d'études.

Recommandation n° 2

L'IRSN recommande qu'EDF étudie les conséquences en termes de criticité de la chute d'un emballage de combustible usé dans le BK du palier CP0.

Observations

Observation n° 1

L'IRSN considère qu'EDF devra vérifier que sa démonstration couvre l'ensemble des opérations de manutention des emballages de combustibles (neufs et usés) incluant toutes les configurations (type d'emballage, de panier et de combustible) susceptibles d'être rencontrés sur les sites.

Observation n° 2

L'IRSN considère qu'EDF devrait vérifier que la valeur de l'enrichissement maximal en ^{235}U (4,05%) retenue dans ses démonstrations est enveloppe des combustibles UOX utilisés.