

Fontenay-aux-Roses, le 24 juin 2011

Monsieur le président de l'Autorité de sûreté nucléaire

Avis/IRSN N° 2011-273

Objet : Réacteurs électronucléaires - EDF - Palier CPY - Déclaration d'une modification des RGE - Chapitres III et X - Dilution homogène en APR cœur incomplet

Réf. Lettre ASN Dép-DCN-0627-2008 du 9 décembre 2008

Par lettre citée en référence, l'ASN sollicite l'avis de l'IRSN sur le dossier d'EDF concernant la justification, du point de vue de la sûreté, du remplacement de l'utilisation de l'alarme « Flux élevé à l'arrêt » des Chaînes Neutroniques niveau Source (CNS) par l'alarme « Défaut Concentration en Bore » (« Défaut CB ») délivrée par le boremètre pour détecter toute dilution homogène de bore en Arrêt Pour Rechargement (APR) en cœur incomplet sur les réacteurs du palier CPY.

La dilution de l'acide borique par apport d'eau insuffisamment borée dans le circuit primaire provoque une augmentation de la réactivité dans le cœur. La détection au plus tôt des effets de cette dilution sur le flux neutronique mesuré par les CNS ou sur la concentration en bore (CB) mesurée par le boremètre est nécessaire pour permettre à l'opérateur d'agir avant l'atteinte de la criticité du cœur.

Des études réalisées par EDF ont mis en évidence, en situation de cœur incomplet en APR, que les capacités fonctionnelles des CNS peuvent être nulles (au début du chargement) ou réduites (une seule CNS surveille la dilution à partir du milieu de chargement). Pour détecter une dilution, EDF a donc proposé l'utilisation de moyens de mesure existants, le boremètre neutronique situé sur la ligne REN (système d'Échantillonnage Nucléaire) et/ou les mesures manuelles de la concentration en bore (CB) dans la ligne REN.

Les exigences réglementaires à l'égard du risque de criticité sont fixées dans l'article 45 de l'arrêté de la Réglementation Technique Générale d'une Installation Nucléaire de Base du 31/12/1999. Cet article stipule que :

*« Les installations nucléaires contenant de la matière fissile sont conçues, réalisées et exploitées de façon à éviter tout accident de criticité. En particulier :*

*- un accident de criticité ne doit en aucun cas découler d'une seule anomalie : défaillance d'un composant, d'une fonction, erreur humaine (non respect d'une consigne par exemple), situation accidentelle (incendie par exemple) ... ;*

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

- si un accident de criticité peut découler de l'apparition simultanée de deux anomalies, il doit être démontré que :

- les deux anomalies sont rigoureusement indépendantes ;
- la probabilité d'occurrence de chacune des deux anomalies est suffisamment faible ;
- chaque anomalie peut être mise en évidence à l'aide de moyens de surveillance appropriés et fiables, dans un délai acceptable permettant l'intervention. »

Le référentiel de criticité d'EDF décrit les modalités de prise en compte du risque de criticité pour les activités dans le bâtiment combustible et dans le bâtiment réacteur, dans les états cuve ouverte, et précise également les exigences à respecter pour la réalisation des études de criticité (critères d'acceptation, règles d'études des situations normales et accidentelles, méthodologie, incertitudes, qualification des codes de calculs...).

L'analyse de l'IRSN a porté sur les points suivants :

- la déclinaison de l'article 45 dans le référentiel de criticité d'EDF à l'égard de l'accident de dilution en cœur incomplet,
- la démonstration de la capacité du boremètre à surveiller la dilution,
- la démonstration de la capacité des mesures manuelles de la CB à surveiller la dilution en cas de perte du boremètre,
- l'impact de cette évolution sur les documents d'exploitation d'EDF,
- l'impact de cette évolution en termes organisationnels et facteur humain (service Conduite, Chimie, Essais ...).

#### Référentiel de criticité

Le référentiel de criticité est, selon EDF, la déclinaison de l'article 45 de l'Arrêté de la Réglementation Technique Générale d'une Installation Nucléaire de Base du 31 décembre 1999.

L'analyse de l'IRSN a porté plus particulièrement sur l'acceptabilité au plan de la sûreté de la partie du référentiel de criticité relative au traitement de l'accident de dilution en cœur incomplet, c'est-à-dire sur la vérification de la bonne application de l'Article 45 et sur l'acceptabilité de l'absence de prise en compte de la règle de l'aggravant unique qui fait l'objet de l'observation 1.

Pour rappel, la règle de l'aggravant unique consiste à considérer une unique défaillance (la plus pénalisante au regard du critère de sûreté à respecter), indépendante de l'événement initiateur de l'accident, affectant tout ou partie d'un des matériels, systèmes ou régulations sollicités par le transitoire étudié, qualifiés pour le fonctionnement attendu et pris en compte dans la démonstration de sûreté pour leur effet bénéfique sur le transitoire.

L'IRSN considère que la partie du référentiel de criticité qui traite de l'accident de dilution en cœur incomplet est conforme aux spécifications de l'article 45, à l'exception des points qui font l'objet des recommandations 1 à 3 et qui nécessitent une révision du référentiel de criticité. A cet égard, l'IRSN estime qu'EDF devra réviser, sous 6 mois, son référentiel de criticité. Par ailleurs, l'IRSN attire l'attention sur le fait que, dans le cadre de l'application de l'article 45, et contrairement à la règle de l'aggravant unique, la perte du boremètre est supposée détectée ; les mesures manuelles sont donc mises en place par EDF uniquement en cas de perte détectée du boremètre. En revanche, l'application de la règle de l'aggravant unique imposerait que les mesures manuelles de concentration

en bore soient mises en œuvre pendant toute la phase APR, quel que soit l'état de fonctionnement du boremètre. L'IRSN souligne donc ici l'importance de la détection de la perte du boremètre.

Enfin, l'IRSN estime nécessaire qu'EDF soumette une proposition concernant les modalités d'intégration de l'accident de dilution cœur incomplet dans le rapport de sûreté (RDS) du palier CPY, ce qui fait l'objet de la recommandation 4. Dans cette perspective, il conviendra alors de s'assurer que les règles d'études proposées dans le référentiel de criticité sont compatibles avec celles associées à la catégorie d'accident déterminée dans le RDS.

Pour que le traitement de la dilution en cœur incomplet réponde aux exigences de l'Article 45, l'exploitant doit réaliser deux démonstrations :

- la première démonstration consiste à vérifier la capacité du boremètre à détecter la dilution dans un délai compatible avec l'intervention humaine et sans application de la règle de l'aggravant unique ;
- la seconde démonstration consiste, dans un premier temps, à identifier l'ensemble des « secondes anomalies » pouvant survenir en même temps que la dilution et aggravant la situation jusqu'à l'atteinte des conditions critiques. Puis, dans un second temps, pour chaque anomalie identifiée, il s'agit de vérifier si ces « secondes anomalies » sont indépendantes de l'initiateur de l'accident de dilution, de faible probabilité et mises en évidence par des moyens de surveillance appropriés et fiables dans un délai permettant l'intervention. La seule seconde anomalie identifiée est la perte détectée du boremètre. Dans ce cas, EDF estime que les mesures manuelles doivent permettre d'éviter le retour en criticité. La seconde démonstration porte donc sur la capacité des mesures manuelles à détecter une dilution à temps.

#### Démonstration de la capacité du boremètre à détecter la dilution

A l'issue de son analyse, l'IRSN considère que la démonstration apportée par EDF sur la capacité du boremètre à détecter la dilution repose sur certaines données et hypothèses qui ne sont pas suffisamment justifiées, voire se sont révélées erronées. Il s'agit :

- du débit de dilution (recommandations 5 et 6),
- du volume d'eau du circuit primaire à diluer (recommandation 7),
- du temps de transit du fluide dans le circuit primaire (recommandation 8),
- du temps de transit du fluide dans les lignes REN jusqu'au boremètre (observation 2),
- du temps de réponse du boremètre,
- de l'incertitude sur le temps de déclenchement de l'alarme REN (recommandation 9 et observation 3),
- de la marge à la criticité et du délai opérateur (recommandations 10 et 11).

En ce qui concerne le temps de transit du fluide dans les lignes REN jusqu'au boremètre, EDF a convenu, au cours de l'instruction, de considérer le débit minimal dans les lignes REN avec incertitudes, le volume exact des lignes REN entre le piquage sur le RRA et le dispositif de mesure et le temps de remplissage de la chambre de mesure du boremètre. Ces points n'appellent donc plus de remarques de la part de l'IRSN.

De manière plus générale, l'IRSN souligne l'importance de tracer que la démonstration de sûreté de cette étude de dilution en APR cœur incomplet repose sur une évaluation probabiliste ; en effet,

cette dernière nécessite d'examiner le retour d'expérience régulièrement pour vérifier la validité des hypothèses prises en compte dans l'étude probabiliste initiale. A cet égard, l'IRSN formule les recommandations 12 à 15.

En conclusion, l'IRSN considère, sur la base des éléments actuels du dossier, que la démonstration de la capacité du boremètre à détecter une dilution suffisamment tôt n'est pas établie.

#### Démonstration de la capacité des mesures manuelles à détecter la dilution

En cas de perte du boremètre, EDF propose de reporter la surveillance de la dilution sur les mesures manuelles de CB. A l'issue de son analyse, l'IRSN considère que la démonstration apportée par EDF sur la capacité des mesures manuelles à détecter la dilution repose sur certaines données et hypothèses qui ne sont pas suffisamment justifiées, voire se sont révélées erronées. Il s'agit :

- du débit de dilution : cf. recommandations 5 et 6. De plus, l'IRSN rappelle que le débit de dilution dimensionnant, retenu par EDF, a été réduit de 21 m<sup>3</sup>/h à 18 m<sup>3</sup>/h du fait que la probabilité d'occurrence du cumul de l'initiateur de la dilution et de la perte du boremètre est nécessairement plus faible que la probabilité d'occurrence de l'initiateur de la dilution seul. Sur ce point, l'IRSN rappelle que ce raisonnement n'est pas conforme à l'article 45 (cf. recommandation 1),
- du volume d'eau du circuit primaire à diluer (recommandation 7),
- du temps de transit du fluide dans le circuit primaire (recommandation 8),
- du temps de transit du fluide dans les lignes REN jusqu'au point de prélèvement : cf. observation 2 ainsi que recommandation 16,
- de la marge à la criticité et du délai opérateur (recommandations 10 et 11),
- de l'instant de perte du boremètre (recommandation 17).

Par ailleurs, l'IRSN souligne l'existence d'un mode commun de défaillance en cas de perte des lignes REN (perte de débit, isolement ou encore rupture des lignes REN qui ne sont pas classées sismiques en aval de la vanne de détente à haute pression), les mesures manuelles ne pouvant plus alors être considérées comme fiables tout comme le boremètre. Ce constat amène l'IRSN à formuler la recommandation 18.

Pour ces nombreuses raisons, l'IRSN estime que le report sur les mesures manuelles de la surveillance de la fonction de sûreté « réactivité » est utile à court terme malgré ses limitations mais ne peut constituer une solution pérenne.

Compte tenu du fait que l'IRSN estime qu'aucune des deux démonstrations requises n'est établie, l'IRSN recommande un certain nombre d'actions à court terme visant à améliorer la sûreté compte tenu de l'instrumentation disponible, et d'actions à moyen terme relatives à des évolutions matérielles.

### Actions à court terme

Dans l'attente de la consolidation des deux démonstrations précédentes, ou, si ce n'est pas possible, en attendant la mise en œuvre de solutions matérielles différentes, l'IRSN estime que des dispositions doivent être mises en œuvre à court terme pour améliorer la sûreté dans l'état APR cœur incomplet.

#### Renforcer la Disposition Transitoire 205 (DT 205)

La DT 205 a été mise en place, dès l'identification de l'anomalie relative aux CNS en 2005, afin de garantir la surveillance de la fonction de sûreté « réactivité » en APR. Pour cela, la conduite à tenir en cas de perte du boremètre ou de son alarme a été modifiée pour reporter la surveillance de la dilution sur les mesures manuelles de la concentration en bore. L'IRSN considère que les périodicités des mesures manuelles actuellement prescrites dans la DT 205 (sous 2 heures puis toutes les 1 heure 30) ne sont pas suffisantes pour permettre la détection à temps d'une éventuelle dilution. Ce constat amène l'IRSN à formuler les recommandations 18 à 21.

#### Améliorer la disponibilité et la fiabilité du boremètre

L'IRSN estime que le taux de défaillance du boremètre est, actuellement, trop élevé pour accepter que la fonction de sûreté « réactivité » repose uniquement sur le boremètre qui, de surcroît n'est pas redondant.

Néanmoins, afin d'améliorer la disponibilité et la fiabilité du système REN, l'IRSN formule les recommandations 22 à 29.

#### Améliorer la visibilité de l'alarme « Défaut CB »

L'IRSN prend note que l'alarme REN 055 AA « Défaut CB » est reconnue importante pour les Arrêts de Tranches (IAT) et est audible en salle de commande et retient qu'EDF prévoit de renforcer la visibilité de cette alarme. Par ailleurs, l'IRSN note que l'alarme REN 055 AA peut être déclenchée pour deux raisons : par « Défaut CB », suite à une diminution de la CB ou par « Défaut Système », suite à un défaut sur l'électronique du dispositif de mesure. Selon l'IRSN, ce regroupement d'alarme peut perturber le diagnostic de l'opérateur, ce qui fait l'objet de la recommandation 30.

#### Sensibilisation des opérateurs à l'importance du rôle du boremètre

L'IRSN souligne l'importance de l'accompagnement des opérateurs dans le cadre de cette évolution de pratique. En effet, une utilisation « banalisée » du boremètre est susceptible de faire oublier le nouveau rôle associé à l'évolution, notamment le fait qu'il remplisse dorénavant une fonction de sûreté (surveillance de la réactivité). Ce point fait l'objet des recommandations 31 à 33.

#### Spécifications Techniques d'Exploitation

Compte tenu que l'IRSN considère que la démonstration apportée par EDF sur la capacité du boremètre et des mesures manuelles à détecter la dilution n'est pas acceptable en l'état, l'IRSN n'est pas favorable à la mise en œuvre du DA STE CPY « Anomalie CNS » APR Cœur incomplet, notamment sur les points qui font l'objet des recommandations 34 à 40.

En conclusion, l'IRSN constate que la possibilité de détecter une dilution homogène en APR cœur incomplet de façon satisfaisante avec les moyens matériels existants n'est pas établie. L'IRSN estime nécessaire qu'EDF étudie au plus tôt d'autres solutions matérielles redondantes, diversifiées et indépendantes du système REN actuel, ce qui fait l'objet de la recommandation 41. Diverses solutions peuvent être envisagées comme l'installation de moyens redondants de mesure de la concentration en bore ou l'utilisation, pendant le chargement du cœur, de détecteurs de flux neutronique in-core mobiles.

Pour le directeur général  
et par délégation

**Jean COUTURIER**

## RECOMMANDATIONS

### Référentiel de criticité

#### Recommandation n° 1 :

Conformément aux exigences réglementaires de l'article 45, l'IRSN recommande que la révision du référentiel de criticité d'EDF requière la quantification de la probabilité de chacune des deux anomalies susceptibles de conduire à un accident de criticité au lieu de la probabilité du cumul de ces deux anomalies et la démonstration que la probabilité d'occurrence de chaque anomalie peut être considérée comme négligeable.

#### Recommandation n° 2 :

L'IRSN recommande que, dans la révision du référentiel de criticité, EDF précise que l'utilisation des CNS ne peut pas être valorisée comme ligne de défense systématique pendant la phase de manutention du combustible du fait de la remise en cause de leur capacité à détecter une dilution suffisamment tôt.

#### Recommandation n° 3 :

L'IRSN recommande que, dans la révision du référentiel de criticité, EDF indique que la marge forfaitaire de 2000 pcm à l'égard du retour en criticité mentionnée dans le référentiel de criticité ne s'applique qu'aux transitoires sans moyen de détection. Pour les transitoires avec moyens de détection, l'IRSN recommande qu'une marge d'au moins 1000 pcm soit considérée, compte tenu de la présence de personnel à l'intérieur du bâtiment réacteur.

#### Recommandation n° 4 :

L'IRSN recommande qu'EDF soumette, sous 6 mois, une proposition concernant les modalités d'intégration dans le rapport de sûreté du palier CPY de tous les accidents du référentiel de criticité, y compris l'accident de diminution incontrôlée de la CB en APR cœur incomplet.

### Démonstration de la capacité du boremètre à détecter la dilution

#### Recommandation n° 5 :

Compte tenu du risque de dilution potentiellement élevé lié à la réalisation d'un appoint à la bache PTR (système de traitement et de refroidissement de l'eau des piscines) par le REA (système d'appoint en eau et bore) en APR, et du peu d'intérêt d'effectuer cette opération dans cet état, l'IRSN recommande qu'EDF :

- interdise la levée de la Condamnation Administrative (CA) des vannes REA 13VD et REA 122VD dans l'état APR,
- ou retienne dans ces études le débit de dilution associé à ce scénario, soit 35,5 m<sup>3</sup>/h.

Si l'exploitant interdit les appoints par le REA à la bache PTR en état APR (interdiction de la levée des CA des vannes REA 13VD et REA 122VD), l'IRSN considère que le débit de dilution de 21 m<sup>3</sup>/h lié aux

fuites de l'échangeur RCV003 RF pourrait alors être pris en compte dans l'étude de dilution en APR cœur incomplet.

**Recommandation n° 6 :**

Concernant les scénarios de dilution lors des opérations de maintenance sur les déminéraliseurs TEP (système de traitement des effluents primaires) et RCV (système de contrôle chimique et volumétrique du circuit primaire), l'IRSN prend note de l'intention affichée par EDF de réduire le débit de dilution par SED (système de distribution d'eau déminéralisée), grâce à la mise en place de diaphragmes. Néanmoins, l'IRSN recommande que la levée de la Disposition Transitoire (report de la CA des vannes d'arrivée SED du déminéraliseur RCV ou TEP, concerné par la maintenance, sur les vannes aval du poste de déminéraliseurs) suite à la mise en place d'un diaphragme sur les lignes SED soit justifiée par une analyse probabiliste du risque de dilution lors de la maintenance des déminéraliseurs RCV ou TEP en état APR cœur incomplet.

**Recommandation n° 7 :**

L'IRSN recommande de retenir comme volume d'eau participant à la dilution uniquement le volume d'eau mis en circulation par le RRA (système de refroidissement du réacteur à l'arrêt) en état APR cœur incomplet.

**Recommandation n° 8 :**

L'IRSN recommande d'évaluer le temps de transit du fluide primaire entre le bas du cœur et le piquage RRA et d'en tenir compte dans l'estimation du délai de détection de la dilution.

**Recommandation n° 9 :**

L'IRSN recommande qu'EDF justifie que la variation de l'erreur de calibration entre la situation de prise de consigne et la situation de déclenchement de l'alarme peut être négligée.

**Recommandation n° 10 :**

L'IRSN recommande qu'une marge à la criticité de 1000 pcm soit considérée pour l'accident de dilution du fait de la présence de personnel à proximité et de l'absence de conservatisme sur le débit de dilution, le volume d'eau primaire participant à la dilution et le temps de réponse du système REN.

**Recommandation n° 11 :**

L'IRSN recommande qu'EDF justifie que le délai de 20 minutes est suffisant pour permettre à l'opérateur d'arrêter la dilution du circuit primaire à temps pour respecter le critère de sous-criticité.

**Recommandation n° 12 :**

L'IRSN recommande que, afin de conclure sur le risque de dilution dans l'état APR cœur incomplet, la démarche proposée par EDF soit complétée, lors du prochain réexamen de sûreté (VD4 900), par une analyse probabiliste du risque de dilution et de fusion du cœur pour l'ensemble des scénarios dont le volume de diluant est suffisant pour conduire à la criticité en situation de dilution intempestive. Il s'agit notamment des scénarios suivants :

- dilution consécutive à une fuite sur les échangeurs refroidis par RRI,
- dilution consécutive à un appoint au tube d'équilibrage du joint n°2 des GMPP,
- dilution par la ligne de recirculation de l'acide borique concentré.



Concernant les scénarios de dilution par le système REA, l'IRSN estime nécessaire de disposer des analyses probabilistes pour fin 2011, compte tenu du fait que le débit de dilution mis en jeu dans ces scénarios est le même que celui retenu comme dimensionnant selon l'IRSN, soit 35,5 m<sup>3</sup>/h.

**Recommandation n° 13 :**

L'IRSN souligne que les analyses probabilistes présentées par EDF reposent sur certaines données dont la pérennité devra faire l'objet d'un suivi particulier, lors des réexamens de sûreté :

- la robustesse des condamnations administratives,
- les parades prévues pour minimiser les dépendances entre les éventuelles erreurs humaines de relignage des systèmes,
- les durées des états d'arrêt,
- la probabilité de concomitance d'une tranche en APR cœur incomplet et de la tranche jumelle en fin de cycle.

**Recommandation n° 14 :**

L'IRSN recommande qu'EDF vérifie périodiquement que les exigences d'étanchéité des organes d'isolement valorisés dans la démonstration probabiliste sont respectées. Il s'agit :

- des vannes RCV 365VP et RCV 096VP et du clapet RIS 288VP (dilution par la ligne de secours du RCV de la tranche jumelle),
- de la vanne TEP 161VD (dilution par le poste de déboratation de la tranche jumelle).

**Recommandation n° 15 :**

L'IRSN recommande qu'EDF confirme le caractère « définitif » de la modification de l'installation qui empêche toute connexion entre le REA bore et le SED.

**Démonstration de la capacité des mesures manuelles à détecter la dilution**

**Recommandation n° 16 :**

L'IRSN recommande que le temps de transit utilisé pour l'évaluation de la périodicité des mesures titrimétriques tienne compte du volume des lignes REN du point de piquage au RRA jusqu'au point de prélèvement.

**Recommandation n° 17 :**

L'IRSN recommande, dans le cadre d'une démonstration déterministe, qu'EDF considère l'instant le plus pénalisant pour la perte du boremètre, c'est-à-dire celui juste avant l'apparition de l'alarme « Défaut CB ».

**Actions à court terme**

**Renforcer la Disposition Transitoire 205**

**Recommandation n° 18 :**

L'IRSN recommande qu'il soit déterminé et précisé dans la Disposition Transitoire 205 une conduite à tenir spécifique en cas de perte du boremètre due à une diminution ou annulation de débit dans les lignes REN. En effet, dans cette situation, la surveillance de la dilution ne peut plus être assurée par les mesures manuelles puisque la CB dans les lignes REN peut ne plus être représentative de la CB du circuit primaire.

**Recommandation n° 19 :**

L'IRSN recommande que la périodicité des mesures manuelles soit renforcée (toutes les heures), et qu'elles soient effectuées durant toute la phase de manutention du combustible. En effet, compte tenu de l'absence actuelle de garantie suffisante sur la détection de la perte du boremètre, l'IRSN recommande que les mesures manuelles soient mises en place dès l'entrée en phase APR.

**Recommandation n° 20 :**

En l'absence actuelle de garantie suffisante sur la détection de la perte du boremètre, l'IRSN recommande, pendant toute la phase APR, d'interdire tout appoint par le REA eau à la bache PTR (interdiction de levée des CA des REA 13VD et REA 122VD) afin d'éviter une dilution du circuit primaire dont le débit rendrait inopérante la détection de cette dilution par les mesures manuelles.

**Recommandation n° 21 :**

L'IRSN recommande que les pratiques des chimistes soient homogénéisées sur tous les sites.

*Améliorer la disponibilité et la fiabilité du boremètre*

**Recommandation n° 22 :**

L'IRSN considère que les actions proposées par l'exploitant pour améliorer la qualité d'exploitation de l'installation et la documentation associée sont de nature à diminuer le taux de défaillance du boremètre. Néanmoins, l'IRSN recommande qu'EDF ajoute le boremètre à la liste des composants pour lesquels les données de fiabilité sont régulièrement mises à jour.

**Recommandation n° 23 :**

L'IRSN recommande que les essais effectifs de bon fonctionnement du boremètre, ainsi que des alarmes « Bas débit REN » et « Défaut CB », soient réalisés avant de commencer les opérations de déchargement puis de chargement (ECU20 et ECU21) et au plus près de ces opérations.

**Recommandation n° 24 :**

L'IRSN recommande que la vérification du bon fonctionnement du boremètre comprenne, en plus des vérifications prévues par l'exploitant, une comparaison entre la CB délivrée par le boremètre et la CB mesurée manuellement afin de vérifier la valeur de CB fournie par le boremètre.

**Recommandation n° 25 :**

L'IRSN recommande qu'EDF s'assure, de façon pérenne sur la base du REX, que la durée des arrêts pour rechargement ne dépasse pas notablement la durée retenue pour justifier l'absence de risque (100 heures). Dans le cas contraire, l'IRSN estime qu'EDF devra tirer les enseignements de ce REX en ré-évaluant le risque suite à une augmentation éventuelle de cette durée.

**Recommandation n° 26 :**

Concernant l'essai de bon fonctionnement du système REN dans son ensemble, l'IRSN recommande que l'apparition de l'alarme REN 055 AA « Défaut CB » soit testée en réel. Pour cet essai, l'IRSN recommande qu'EDF définisse, avant la mise en application du DA :

- un mode opératoire prenant en compte un débit de dilution,
- un critère du groupe A visant à vérifier que le délai de détection par le boremètre est acceptable pour laisser à l'opérateur le temps nécessaire pour contrer une dilution intempestive.

**Recommandation n° 27 :**

L'IRSN recommande que l'essai de bon fonctionnement du système REN dans son ensemble soit réalisé dans l'état Réacteur Complètement Déchargé (RCD), circuit RRA en service, niveau primaire au plan de joint de la cuve, CB > 2385 ppm, en générant une dilution en eau claire de l'ordre de 20 à 30 m<sup>3</sup>/h. Ce type d'essai devra être réalisé tous les 10 ans, en complément de l'essai proposé par EDF, l'essai d'EDF étant réalisé à chaque rechargement pendant la phase de pré-dilution en AN/GV.

**Recommandation n° 28 :**

L'IRSN recommande que cet essai de réponse du boremètre à un débit de dilution soit réalisé sur chaque tranche au titre de la requalification de la modification. A l'issue de cet essai, EDF devra s'assurer en préalable au rechargement, que la CB du circuit primaire reste conforme aux STE en tout point du circuit primaire.

**Recommandation n° 29 :**

L'IRSN recommande qu'EDF complète le programme des essais périodiques du système REN afin de tester le bon fonctionnement de l'alarme « Défaut Système » prévenant de la défaillance du boremètre ainsi que sa transmission en salle de commande.

*Améliorer la visibilité de l'alarme « Défaut CB »*

**Recommandation n° 30 :**

L'IRSN recommande qu'EDF procède, au plus tôt, au dégroupement des alarmes « Défaut CB » et « Défaut Système » et, dans l'attente de ce dégroupement, à la distinction, dans la fiche d'alarme REN 055 AA, des deux causes d'apparition de cette alarme, de manière à améliorer le diagnostic de l'opérateur sur l'état de l'installation.

*Sensibilisation des opérateurs à l'importance du rôle du boremètre*

**Recommandation n° 31 :**

L'IRSN recommande de compléter, dans le plan d'actions à court terme, la démarche de sensibilisation aux risques de divergence incontrôlée de façon plus prégnante que la seule distribution d'un document pédagogique, par exemple par la mise en place d'une formation des intervenants.

**Recommandation n° 32 :**

L'IRSN a bien noté le risque d'accompagnement de la dilution, par modification de la consigne de CB, en cas d'appui prolongé sur le commutateur de la platine du boremètre, lors d'une simple demande d'affichage de la consigne. En conséquence, l'IRSN recommande, afin d'éviter les situations d'appui prolongé involontaire sur le commutateur de la platine boremètre, que les procédures de conduite évoluent afin de :

- préciser, de façon explicite, le fonctionnement de la platine du boremètre en salle de commande,
- décrire les actions à effectuer pour procéder au changement de consigne de la valeur du seuil de CB de l'alarme « Défaut CB ».

En outre, l'IRSN recommande que ces procédures identifient la possibilité d'accompagnement involontaire d'une dilution potentielle en cas de mauvaise manipulation, et expliquent ses

conséquences, afin d'attirer l'attention des opérateurs sur les risques afférents à une utilisation erronée du commutateur de la platine boremètre.

**Recommandation n° 33 :**

L'IRSN considère que l'ergonomie actuelle de la platine du boremètre en salle de commande n'est pas adaptée pour éviter le retour en criticité en cas de dilution, compte tenu du risque d'accompagnement de la dilution associé à la mémorisation accidentelle d'une nouvelle consigne du seuil d'alarme « Défaut CB ». L'IRSN recommande que cette ergonomie soit réévaluée dans le cadre d'études sur les Interfaces Homme Machine (IHM).

Spécifications Techniques d'Exploitation

**Recommandation n° 34 :**

Concernant la valeur de seuil à fixer pour la gestion PARITE MOX, l'IRSN recommande qu'EDF justifie, sur la base de son retour d'expérience futur, le bien-fondé de la valeur qui sera retenue. De plus, l'IRSN recommande de différencier, dans les STE, la valeur du seuil d'alarme « Flux élevé à l'arrêt » pour les gestions GARANCE, GARANCE « MOXEES » et PARITE MOX.

**Recommandation n° 35 :**

L'IRSN recommande de ne pas ajouter, au chapitre « 1.4 Surveillance de la sous-criticité », de prescription particulière permettant la mise hors service d'une CNS ou de son alarme associée dans le domaine d'exploitation APR cœur incomplet, afin de ne pas fragiliser une ligne de la défense pouvant permettre de détecter une dilution homogène intempestive du fluide primaire.

**Recommandation n° 36 :**

L'IRSN recommande que la conduite à tenir en cas de perte du boremètre ou de son alarme associée (événement REN 1) ne repose pas uniquement sur la réalisation de mesures manuelles et que la reprise des manutentions combustible dans le BR soit interdite.

**Recommandation n° 37 :**

Concernant la conduite à tenir en cas d'événement RPN 1, l'IRSN recommande de conserver l'obligation d'arrêter sous 1 heure les manutentions de combustible dans le BR. Aussi, l'IRSN recommande qu'EDF ne supprime pas la prescription 2.3.a de la RCN AR2.

**Recommandation n° 38 :**

L'IRSN recommande qu'EDF complète la conduite à tenir associé à l'événement RCP 5 en précisant qu'il faut « *boriquer au plus tôt afin de retrouver la CB requise, celle-ci devant être atteinte au plus tard sous 8 heures, ce délai étant à ramener à 1 heure si la CB primaire est inférieure à 2335 ppm* ». De plus, l'IRSN recommande que, en cas de diminution de la concentration en bore (RCP 5), la vérification de la validité de la CB fournie par le boremètre soit réalisée par comparaison avec le résultat d'une mesure titrimétrique dans un délai compatible avec la cinétique de l'événement redouté.

**Recommandation n° 39 :**

L'IRSN recommande que l'événement RCV 1 soit classé en groupe 1 dans le domaine de fonctionnement APR et ait pour intitulé : « *Ligne de charge ou ligne d'injection aux joints des GMPP indisponibles* ».

**Recommandation n° 40 :**

L'IRSN recommande que l'événement REA 1 soit classé en groupe 1 dans le domaine de fonctionnement APR.

**Actions à moyen et long terme**

**Recommandation n° 41 :**

L'IRSN recommande qu'EDF étudie au plus tôt d'autres solutions matérielles redondantes, diversifiées et indépendantes du système REN actuel. L'IRSN estime qu'EDF doit présenter des études de faisabilité des solutions sous 1 an.

**Référentiel de criticité**

**Observation n°1 :**

L'IRSN attire l'attention sur le fait que la règle générale d'étude des situations incidentelles / accidentelles du référentiel de criticité ne répond qu'au 1<sup>er</sup> alinéa du texte de l'article 45 de l'arrêté du 31/12/1999, c'est-à-dire les scénarios résultant d'une simple défaillance et implicitement, ne retient pas la règle de l'aggravant unique. L'IRSN estime cette règle générale d'études des situations incidentelles / accidentelles du référentiel de criticité non conforme à l'article 45.

**Démonstration de la capacité du boremètre à détecter la dilution**

**Observation n°2 :**

L'IRSN souligne que l'incertitude prise en compte sur le débit REN est corrélée à la fréquence d'étalonnage du capteur de débit REN 020 SD. L'IRSN rappelle que la périodicité, les critères et le mode opératoire du contrôle d'étalonnage qui sera proposé par EDF pour le capteur REN 020 SD devront permettre de garantir la capacité fonctionnelle du boremètre à détecter une dilution homogène en APR telle que présentée par EDF dans sa démonstration.

**Observation n°3 :**

L'IRSN considère que la méthode mise en œuvre par EDF pour réaliser le calcul de la courbe de calibration dans le but de limiter l'erreur systématique sur la calibration permet d'obtenir une incertitude de la valeur de CB mesurée par le boremètre réduite par rapport à l'erreur de titrimétrie. Néanmoins, l'IRSN souligne que cet objectif ne peut être atteint que sous réserve de justifications par EDF de l'absence de biais des mesures titrimétriques.