

Fontenay-aux-Roses, le 18 décembre 2009

Direction de la sûreté  
des réacteurs

Monsieur le président de l'Autorité de sûreté nucléaire

Avis/DSR N° 2009 - 373

**Objet :** Réexamen de sûreté VD1-N4 - Suffisance des études réalisées et des modifications envisagées.

**Réf.** [1] Lettre ASN Dép-DCN-0661-2008 du 9 décembre 2008 : « Réacteurs électronucléaires - EDF - Réexamen des réacteurs du palier N4 à l'occasion des premières visites décennales ».

Conformément à la saisine en référence [1], l'IRSN a examiné la suffisance des études réalisées et des modifications associées dans le cadre du premier réexamen de sûreté des tranches du palier N4 (VD1-N4).

#### Contexte du réexamen de sûreté VD1-N4

Ce réexamen, dont la définition du contour a été engagée en 2003, a été principalement limité, sur le palier N4 :

- à la déclinaison des référentiels d'exigences de sûreté établis depuis le démarrage des tranches N4 entre 1996 et 2000,
- à la transposition des actions entreprises sur les paliers 900 et 1300 MWe à l'issue des réexamens de sûreté VD3-900 et VD2-1300, notamment des modifications matérielles et documentaires liées aux conclusions des études réalisées, des améliorations retenues et des écarts de conformité identifiés.

En 2008, l'IRSN a examiné la démarche suivie par EDF en 2007 pour retenir les thèmes à étudier et les objectifs associés. Ainsi, l'IRSN a considéré que cette démarche était acceptable compte tenu que :

- le programme du réexamen de sûreté VD1-N4 est essentiellement établi sur la base du programme du réexamen VD3-900 dont la définition est récente et qu'il prend en compte les évolutions de référentiels de sûreté retenues dans ce cadre ;
- le palier N4 a constitué, de par son développement récent, une référence visée en termes d'améliorations dans le cadre des précédents réexamens de sûreté des autres paliers. A ce titre, le palier N4 bénéficie déjà de plusieurs améliorations techniques mises en œuvre sur les paliers plus anciens ;

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

Tel. : +33 (0)1 58 35 91 50  
Fax : +33 (0)1 46 54 35 60

Siège social  
31, av. de la Division Leclerc  
92260 Fontenay-aux-Roses  
Standard +33 (0)1 58 35 88 88  
RCS Nanterre B 440 546 018

- la mise en service définitive récente des tranches du palier N4 a été accompagnée d'un lot de modification « Etat de Fin de Palier », dont la définition récente prend en compte les principales améliorations identifiées dans les précédents réexamens de sûreté VD2-900, VD2-1300 et une partie du VD3-900.

#### Sujets retenus dans le réexamen de sûreté VD1-N4

Le réexamen de sûreté VD1-N4 a porté sur les sujets suivants :

- le traitement de l'écart de conformité affectant le circuit de refroidissement des mécanismes de grappes (RRM), dont la tenue au séisme n'est pas acquise (thème A1),
- la démarche de vérification sismique (thème A2),
- l'examen des risques liés aux gaz explosifs présents sur le site (thème A3),
- l'opérabilité des matériels appelés dans les situations « hors dimensionnement » et « ultimes » (H et U, thème A4),
- le refroidissement de la piscine du bâtiment combustible (thème A5),
- les agressions externes d'origine climatique (thème A6),
- le confinement en situation post-accidentelle et l'extension de la 3<sup>ème</sup> barrière (thème A7),
- les accidents graves (thème A8),
- la réactualisation des études probabilistes de sûreté (EPS) de niveau 1 (thème A9),
- la défaillance passive du circuit d'injection de sécurité (RIS) (thème A10),
- l'autonomie des tranches vis-à-vis des agressions externes de mode commun (thème A11),
- la fiabilisation de la fonction recirculation (thème A12),
- les dérives de nappes d'hydrocarbures (thème A13).

Comme mentionné précédemment, hormis le thème A1, pour lequel l'écart concernant le circuit RRM affecte tous les paliers mais dont le traitement intervient pour la première fois sur le palier N4, l'ensemble des autres thèmes a déjà fait l'objet d'une évaluation par l'IRSN lors des précédents réexamens de sûreté, en particulier VD3-900.

#### Présentation des études réalisées par EDF

A l'instar du processus suivi lors de l'achèvement des études génériques associées au réexamen de sûreté VD3-900, EDF a transmis un « Dossier de Suffisance VD1 N4 », qui présente, pour chaque thème, une synthèse des objectifs visés, des résultats des études et, le cas échéant, des modifications matérielles ou de référentiel engagées, afin de démontrer la suffisance des actions entreprises et de l'acceptabilité du niveau de sûreté réévalué du palier N4 à l'issue du réexamen de sûreté VD1-N4.

#### Sujets hors champ d'instruction ou reportés

Il convient de signaler que les études associées à certains thèmes ne sont pas achevées ; les résultats et les évolutions envisagées feront l'objet d'une instruction ultérieure. Il s'agit des sujets associés à la démarche de vérification sismique (A2) et aux risques liés aux gaz explosifs présents sur le site (A3) compte tenu de la reprise d'études engagée par EDF début 2008 et non achevée à ce jour.

Par ailleurs, certains aspects liés aux référentiels appliqués, et non spécifiques au palier N4, font l'objet d'une poursuite d'instruction dans des cadres génériques (tous paliers) spécifiques à ces thèmes. C'est le cas pour le référentiel « Accidents Graves » (A8), les risques liés aux accidents de vidange à cinétique rapide de la piscine du BK (A5), certaines agressions climatiques telles que le

frasil ou les grands chauds (A6), la fiabilisation de la fonction recirculation (A12), les enceintes à double paroi (A7).

### Résultats des études réalisées

Compte tenu du contour du réexamen de sûreté VD1-N4, tel que précisé précédemment, l'IRSN note que, d'une manière générale, les conclusions et recommandations émises lors des réexamens de sûreté VD3-900 et VD2-1300 sont applicables au palier N4. A cet égard, l'IRSN note qu'EDF a très peu pris en compte les principales conclusions émises à l'issue de la réunion du GPR « Bilan du réexamen de sûreté VD3-900 » de novembre 2008. A ce titre, de nombreuses recommandations et observations formulées plus loin reprennent des demandes d'études et de modifications déjà formulées auprès d'EDF dans les précédentes instructions des mêmes thèmes, ainsi que des éléments ou actions attendus de la part d'EDF suite aux demandes de l'ASN.

L'IRSN note que la conception du palier N4, vis-à-vis des thèmes techniques examinés, ne présente pas de spécificités particulières de nature à mettre en cause les hypothèses, les méthodes ou les conclusions des études similaires menées sur les autres paliers et transposées au palier N4. Ainsi, la plupart des modifications matérielles de sûreté mises en œuvre dans le cadre, en particulier, du réexamen de sûreté VD3-900 sont transposables au palier N4. Toutefois, il convient de signaler que le palier N4 bénéficie déjà de certaines améliorations mises en œuvre sur les paliers 900 et 1300 MWe, soit par une mise en œuvre anticipée dans le cadre du lot de modifications « Etat de Fin de Palier (EFP) », soit par une prise en compte dès la conception de ce palier.

Les principales conclusions de l'IRSN, en l'état actuel de l'instruction, ainsi que les recommandations ou observations qui en découlent, sont les suivantes :

#### ***A1 - Conformité du circuit de refroidissement des mécanismes de grappes***

L'IRSN considère que la modification envisagée par EDF pour garantir la tenue au séisme du circuit de refroidissement des mécanismes de grappes (RRM) est satisfaisante. Toutefois, l'IRSN note que cette modification ne permet pas de traiter l'écart de conformité générique affectant les performances du circuit RRM, en termes de gradient de refroidissement effectif. Ce point fait l'objet d'une recommandation en annexe.

#### ***A2 - Démarche de vérification sismique***

En matière d'aléa sismique, les niveaux sismiques retenus par EDF sont conformes aux exigences énoncées par l'ASN dans le cadre des réexamens de sûreté VD2-1300, VD3-900 et VD1-N4.

EDF a annoncé, en mars 2009, la nécessité de reprendre les études de vérification de la tenue au séisme du génie civil et des matériels. L'instruction de ce thème se poursuit donc sur la base des nouveaux éléments fournis ou à venir.

#### ***A3 - Risques liés aux gaz explosifs présents sur le site***

Les hypothèses retenues dans les études d'EDF ayant fait l'objet d'évolutions, EDF a annoncé, en mars 2009, la nécessité de reprendre les études réalisées. L'instruction de ce thème se poursuit donc sur la base des nouveaux éléments fournis ou à venir. Ces nouvelles études donneront lieu, le cas échéant, à des modifications supplémentaires.

#### ***A4 - Opérabilité des matériels H et U***

La transposition au palier N4 des études menées lors des réexamens de sûreté VD2-1300 et VD3-900 a conduit à engager des modifications similaires à celles retenues sur les paliers 900 et 1300 MWe. Certaines modifications ont par ailleurs déjà été intégrées dans le lot « EFP ». L'IRSN considère que les conclusions des études sur l'opérabilité des matériels H et U ainsi que les modifications prévues (matérielles et organisationnelles) sont satisfaisantes au regard des objectifs poursuivis dans ce réexamen, bien que l'exercice soit principalement limité à la transposition au palier N4 des cas étudiés lors du réexamen VD2-1300.

#### ***A5 - Refroidissement de la piscine BK***

Les études réalisées par EDF relatives à l'amélioration de la sûreté du stockage du combustible en piscine de désactivation (piscine BK) nécessitent des compléments pour renforcer la prévention du risque de vidange rapide des piscines. En effet, l'IRSN considère notamment qu'EDF doit compléter ses études concernant les scénarios de vidange par siphonages induits par toutes les lignes de refoulement du refroidissement de la piscine BK. L'IRSN estime également qu'EDF devra réaliser une évaluation probabiliste du risque de vidange rapide. Par ailleurs, EDF a indiqué en novembre 2009 qu'il engageait des études de modifications matérielles et d'exploitation supplémentaires pour réduire les risques de vidange rapide des piscines.

L'instruction de ce thème se poursuit donc sur la base des nouveaux éléments fournis ou à venir.

#### ***A6 - Agressions externes d'origine climatique***

EDF a appliqué les référentiels concernant les agressions liées au frasil, aux plus basses eaux de sécurité (PBES) et aux projectiles générés par les vents forts. L'instruction de ces référentiels, communs aux différents paliers, se poursuivant par ailleurs, l'IRSN n'a pas examiné leur application particulière au palier N4, et notamment la suffisance des modifications envisagées et des dispositions existantes.

#### ***A7 - Confinement en situation post-accidentelle - Extension de la 3<sup>ème</sup> barrière***

D'une manière générale, l'examen du confinement et de ses performances dans toutes les situations a fait l'objet de nombreuses instructions lors du réexamen de sûreté VD3-900, et des réunions spécifiques du GPR ont été dédiées à ces aspects. L'IRSN considère que les études et les vérifications menées par EDF sur les circuits similaires à ceux du palier 900 MWe, vis-à-vis du comportement de la 3<sup>ème</sup> barrière et de son extension, répondent aux objectifs fixés. Toutefois, l'IRSN note que l'ensemble des observations et recommandations émises lors des instructions précédentes (VD3-900) sont applicables au palier N4. Ainsi, certains points font l'objet de recommandations ou d'observations en annexe.

Par ailleurs, certaines problématiques liées aux enceintes à double paroi ou aux accidents graves (auxquelles des réunions du GPR sont prévues dans le cadre du réexamen de sûreté VD3-1300) restent à analyser.

#### ***A8 - Accidents graves***

L'IRSN rappelle que les demandes de l'ASN émises lors des précédentes réunions du GPR consacrées aux accidents graves sont applicables au palier N4, en particulier pour ce qui concerne les modifications matérielles proposées en VD3-900. Par ailleurs, l'IRSN note que les conclusions avancées par EDF dans le dossier de suffisance sont souvent hâtives au regard des études qui se poursuivent dans des cadres spécifiques (Référentiel Accidents Graves, Réexamen de sûreté VD3-1300, EPR, R&D, ...). Enfin, certains points appellent les recommandations et les observations présentées en annexe.

#### ***A9 - Etudes probabilistes de sûreté (EPS) de niveau 1***

L'IRSN considère que l'EPS de référence associée à la première visite décennale du palier N4 est satisfaisante, et qu'elle permet d'apprécier le gain important apporté par les modifications du lot « VD1 N4 ». Par ailleurs, l'utilisation de l'EPS de niveau 1 pour définir le domaine complémentaire a permis de vérifier la suffisance, en termes probabilistes, des parades mises en œuvre.

Toutefois, d'autres points, dont la prise en compte peut conduire EDF à définir des dispositions matérielles ou organisationnelles complémentaires, font l'objet de recommandations en annexe.

Certains éléments de clarification ainsi que des compléments techniques, dont la prise en compte n'a pas d'impact significatif attendu sur les résultats présentés, devront être considérés lors de la mise à jour de l'EPS de référence pour le prochain réexamen de sûreté. En particulier, le domaine de couverture de l'EPS de référence du palier N4 devra être élargi, lors du prochain réexamen de sûreté, par la prise en compte des agressions internes et externes. Ces points font l'objet d'observations en annexe.

#### ***A10 - Défaillance passive du circuit d'injection de sécurité RIS***

L'IRSN a analysé les études et l'argumentaire d'EDF relatifs à la défaillance passive du circuit RIS (présence d'une petite fuite). Cette analyse a permis de vérifier que la prise en compte d'hypothèses plus contraignantes concernant le délai d'isolement d'une fuite sur le circuit d'injection de sécurité (RIS) ou l'instant d'occurrence de cette défaillance ne conduit pas à un effet falaise vis-à-vis des conséquences radiologiques et de l'efficacité des circuits RIS et EAS.

#### ***A11 - Autonomie des tranches vis-à-vis des agressions externes de mode commun***

Les études portant sur la suffisance des dispositions permettant d'assurer l'autonomie des tranches N4 dans les situations de perte totale de la source froide (H1) induites par des agressions externes, avec ou sans cumul de manque de tension externe (MDTE), ont été réalisées avec des hypothèses et des méthodes équivalentes à celles retenues lors du réexamen de sûreté VD3-900. A ce titre, l'IRSN considère que les conclusions de ces études n'appellent pas de remarque particulière, mais que la plupart des remarques ou recommandations formulées lors du réexamen de sûreté VD3-900 sont reductibles au palier N4. Ces demandes font l'objet de recommandations et d'observations en annexe.

### ***A12 - Fiabilisation de la fonction de recirculation RIS-EAS***

Bien que la modification (tous paliers) visant à supprimer le phénomène de colmatage physique des filtres des puisards des circuits d'injection de sécurité (RIS) et d'aspersion de l'enceinte (EAS) en phase de recirculation, en augmentant significativement leur surface de filtration, ait été jugée satisfaisante dans son principe, l'IRSN a estimé que la suffisance de cette modification ne tenait pas compte d'éventuels effets chimiques. Depuis, ces filtres ont fait l'objet d'essais complémentaires, mais l'IRSN a estimé que les conditions n'étaient pas suffisamment représentatives de l'écoulement réel, en phase de recirculation après un accident, de l'eau chargée issue du circuit primaire dans les filtres et ne permettaient donc pas de conclure sur la suffisance des modifications réalisées. D'une manière générale, les conclusions déjà examinées lors des GPR consacrés aux accidents graves ou au réexamen de sûreté VD3-900 sont transposables au palier N4, qui partage la même problématique que les autres paliers.

### ***A13 - Dérive de nappes d'hydrocarbures***

Selon EDF, le risque de perte de la source froide due au colmatage de la prise d'eau par des nappes d'hydrocarbure est négligeable sur le palier N4, compte tenu de l'absence d'industries à risque à proximité des sites, du caractère peu navigable des voies fluviales et enfin, à Civaux, de la conception de la source froide. Toutefois, EDF n'a pas apporté d'éléments quantitatifs pour conforter cette analyse, en particulier des évaluations probabilistes telles que cela avait été réalisé lors du réexamen de sûreté VD3-900. Ainsi, l'IRSN considère qu'EDF doit compléter son évaluation de manière analogue à la démarche suivie lors du réexamen VD3 900 et en prenant en compte les compléments demandés lors de cette précédente instruction. Ce point fait l'objet d'une observation en annexe.

Enfin, l'IRSN rappelle que l'état réel des réacteurs N4, dont l'examen s'achèvera lors de chaque VD1, devra conforter le niveau de sûreté apprécié par les études génériques menées dans le cadre de cette phase du réexamen.

Pour le directeur général

et par délégation

**M. JOREL**



## ANNEXE - RECOMMANDATIONS

### A1 - Ecart du circuit de refroidissement des mécanismes de grappes

R 1.1 : L'IRSN recommande qu'EDF étudie et mette en œuvre, avant la fin du déploiement des modifications du lot VD1-N4, les dispositions nécessaires pour traiter l'écart de conformité concernant l'efficacité du circuit RRM vis-à-vis de son gradient de refroidissement effectif, afin de se conformer aux hypothèses retenues dans la démonstration de sûreté, en particulier les réserves d'eau alimentaire de secours de générateurs de vapeurs (ASG) nécessaires en situation de « perte totale d'alimentations électriques externes ».

### A7 - Confinement en situation post-accidentelle - Extension de la 3<sup>ème</sup> barrière

R 7.1 : Compte tenu de la similitude de la problématique liée aux rejets par l'événement de la bache PTR en phase de recirculation entre le palier 900 MWe et N4, notamment en termes de rejets en iode 131 par cette voie en situation d'APRP, l'IRSN recommande qu'EDF réalise, dans le cadre du réexamen de sûreté VD1-N4, une modification matérielle permettant de limiter les rejets par les événements de la bache PTR dans les situations accidentelles nécessitant le fonctionnement des systèmes de sauvegarde en recirculation sur les puisards de l'enceinte de confinement, à l'instar de la recommandation émise par le GPR lors du bilan du réexamen de sûreté VD3-900.

R 7.2 : L'IRSN recommande qu'EDF s'assure que la pente requise à la conception du bâtiment réacteur (BR) vers le bâtiment combustible (BK) a été respectée lors du montage de la double enveloppe des tuyauteries RIS et EAS sur toutes les tranches du palier N4. Le risque de présence d'eau dans la zone non vidangeable des compensateurs de dilatation de la double enveloppe doit également être analysé par EDF. Dans le cas où un risque de présence d'eau stagnante serait identifié à l'issue de ces investigations, EDF devra proposer, en complément des contrôles d'épaisseur de la double enveloppe, des dispositions permettant de contrôler l'état des surfaces (surface externe de la tuyauterie, surface interne de la double enveloppe...) soumises aux effets de la présence d'eau stagnante (corrosion ...).

R 7.3 : L'IRSN recommande que la définition de l'extension de la 3<sup>ème</sup> barrière et la démarche d'application, telles que présentées dans la note de définition et d'exigences, dans le dossier de suffisance et dans le rapport de sûreté, soient modifiées conformément aux demandes formulées par l'IRSN dans ses avis émis lors de l'instruction du réexamen de sûreté VD3-900, ainsi que, en conséquence, la liste des circuits constituant cette extension. En outre, lorsque la liste des circuits constituant l'extension de la 3<sup>ème</sup> barrière aura été complétée, EDF devra vérifier ou, le cas échéant, compléter les exigences (tenue mécanique, tenue à l'irradiation...) associées aux équipements concernés.

### A8 - Accidents graves

R 8.1 : L'IRSN considère que, si le comportement mécanique du tampon d'accès des matériels (TAM) n'est pas mis en cause en situation d'accident grave, son étanchéité n'est pas garantie dans la mesure où elle est tributaire en particulier du comportement du double joint d'étanchéité en silicone



interposé entre la bride du tampon et celle de la virole. Aussi, l'IRSN recommande que le comportement du double joint du TAM fasse l'objet d'une caractérisation aux conditions d'accident grave, en termes de vieillissement, d'effets de la température et d'irradiation accidentelles, afin de démontrer que les marges mises en évidence dans la qualification aux conditions accidentelles de référence (APRP) couvrent, pendant la durée nécessaire, les effets de la situation d'accident grave.

#### A9 - Etudes probabilistes de sûreté (EPS) de niveau 1

R 9.1 : L'IRSN recommande qu'EDF engage une analyse approfondie des scénarios accidentels de type « rupture de la barrière thermique », afin notamment d'identifier l'ensemble des conséquences du jet de vapeur chaude dans le bâtiment des auxiliaires de sauvegarde (BAS). Une attention particulière devra être accordée à :

- l'évolution de la pression et de la température dans les locaux affectés,
- la capacité des portes à arrêter la propagation de la vapeur,
- la probabilité associée aux configurations initiales des portes,
- le cheminement possible de la vapeur dans le BAS/BL et l'impact sur les matériels électriques et de contrôle-commande.

Les résultats de cette analyse doivent être disponibles dans des délais compatibles avec la réalisation éventuelle de modifications de conception induites dans le cadre de ce réexamen.

R 9.2 : L'IRSN note qu'en situation H1, la tenue des équipements de la salle de commande et ceux refroidis par DVZ et DVL n'a été démontrée que jusqu'à des températures extérieures respectives de 25°C et de 28°C. Ces températures étant inférieures à la température de dimensionnement, l'IRSN considère qu'EDF doit compléter sa démonstration ou mettre à jour son EPS de référence, afin de prendre en compte l'ensemble des températures extérieures qui peuvent être rencontrées. Ces éléments permettront de se prononcer sur la suffisance de la conception des systèmes de ventilation du palier N4.

R 9.3 : L'IRSN note que les calculs thermiques réalisés EDF montrent que, pour une température extérieure de 35°C, en cas d'indisponibilité du système DVG et sans ouverture des portes, les températures atteintes dans les locaux concernés sont compatibles avec le fonctionnement des turbopompes ASG, de l'armoire et du turboalternateur LLS. Par contre, dans la mesure où les températures peuvent atteindre 50°C dans certains locaux, l'IRSN considère qu'EDF doit s'assurer que les actions en local nécessaires pour gérer la situation accidentelles restent réalisables.

R 9.4 : Sur le palier N4, la soupape RCV 010 VP servant d'exutoire en cas de surpression à froid, lorsque le circuit RRA est connecté, est de type soupape mécanique à ressort alors qu'elle est de type soupape SEBIM sur les paliers 900 et 1300 MWe. Le débit maximal de cette soupape est inférieur pour le palier N4 (52 m<sup>3</sup>/h contre 80 m<sup>3</sup>/h pour le palier 900 MWe) pour une pression de tarage supérieure (47 bar contre 44 bar pour le palier 900 MWe), ce qui lui confère une capacité de protection réduite sur le palier N4. De plus, dans les séquences accidentelles en approche par état (APE) du palier N4, l'arrêt de la charge RCV n'est pas demandé systématiquement avant le relignage de l'exutoire comme cela est fait pour les paliers 900 et 1300 MWe, ce qui est contraire à l'hypothèse de base d'EDF. Par conséquent, compte tenu de ces différences, l'IRSN recommande qu'EDF vérifie la capacité de la

soupape RCV 010 VP à assurer une protection efficace contre les surpressions à froid pour l'ensemble des séquences APE.

**R 9.5 :** L'IRSN recommande que l'étude probabiliste de perte du refroidissement de la piscine BK soit mise à jour afin de considérer une dépendance entre la perte de la source froide (H1) et la perte du système d'appoint à la piscine BK (JPI) en cas de perte totale du refroidissement de celle-ci pour les tranches du site de Chooz. Cette étude devra traiter les situations qui affectent l'ensemble des tranches du site. Elle devra être disponible rapidement afin de statuer sur l'efficacité de la disposition complémentaire « appoint JPI à la piscine BK » et sur la nécessité d'étudier des modifications (matérielles ou d'exploitation). En outre, concernant l'autonomie en eau (thème A11) de la piscine BK sur le site de Chooz, l'IRSN recommande qu'EDF démontre l'opérabilité des pompes du circuit d'alimentation en eau contre le risque incendie (JPP) en cas de situation de perte totale de la source froide (H1 de site) consécutive au phénomène de frasil. En l'absence de cette démonstration, l'IRSN recommande qu'EDF démontre que l'autonomie des piscines BK sera assurée pendant 72 heures sans avoir recours à un système aspirant dans les rus d'eau de la station de pompage. Par ailleurs, en préalable à la valorisation de la motopompe thermique JPP 010 PO comme moyen d'appoint aux piscines BK, l'IRSN recommande qu'EDF démontre que le délai avant enclenchement de l'appoint à la piscine BK de la tranche en « arrêt pour rechargement » (APR) ou dans le domaine d'exploitation « réacteur cœur déchargé » (RCD) est compatible avec l'utilisation de cette pompe compte tenu de ses modalités de mise en œuvre.

**R 9.6 :** L'isolement automatique de la décharge sur température élevée en aval de l'échangeur non-régénérateur n'a pas été retenu en tant que disposition complémentaire sur le palier N4, contrairement au palier 1300 MWe. Or, cette parade est nécessaire pour protéger les pompes de charge contre les montées en température en cas de perte de refroidissement. Par conséquent, l'IRSN recommande qu'EDF intègre cette parade dans la liste des dispositions complémentaires du référentiel VD1-N4, sans attendre le prochain réexamen.

#### **A11 - Autonomie des tranches vis-à-vis des agressions externes de mode commun**

**R 11.1 :** A l'instar de la demande n°6 formulée par l'ASN dans le cadre du bilan du réexamen de sûreté VD3-900, l'IRSN considère que les études des situations incidentelles ou accidentelles induites par une agression externe ou une conjonction d'agressions font partie de la démonstration de sûreté. Ces études prennent notamment en compte l'utilisation de moyens opérationnels permettant de garantir une autonomie des sites suffisante pour gérer ces situations. En conséquence, l'IRSN recommande qu'EDF prescrive, dans les règles générales d'exploitation, les exigences permettant de garantir le bon fonctionnement de ces moyens.

**R 11.2 :** L'IRSN recommande que les études d'agressions associées à l'autonomie en eau secondaire en situation de perte totale de la source froide (H1), avec ou sans cumul de manque de tension externe (MDTE), pour le site à Chooz soient réalisées en considérant un taux de couverture à 95 % sur les paramètres dominants (puissance résiduelle notamment), les autres paramètres étant pris à leur valeur nominale.

R 11.3 : En cas de réalimentation gravitaire de la bache ASG par le circuit d'eau déminéralisée de remplissage (SER), le ciel d'azote des baches ASG doit être dépressurisé. Cette dépressurisation permet de réduire la contre-pression de la bache ASG s'opposant au débit gravitaire en provenance du circuit SER et de gagner en autonomie en eau secondaire. Par conséquent, l'IRSN recommande qu'EDF démontre que la dépressurisation des baches ASG de Chooz a effectivement lieu en amont de la mise en œuvre de la réalimentation gravitaire par SER pour toutes les situations H1 de site considérées. Toute action nécessaire à cette démonstration devra être retranscrite dans les consignes de conduite. Dans le cas où EDF ne pourrait pas apporter la démonstration de la réalisation effective de cette action en amont de la mise en œuvre de la réalimentation gravitaire, il devra réévaluer l'autonomie en eau secondaire sans en tenir compte.

R 11.4 : En situation de grand froid cumulée avec un risque de frasil (agression prédictible), l'IRSN recommande que le remplissage des baches SER soit demandé dans la règle particulière de conduite (RPC) « grand froid » du palier N4 dès la phase de vigilance afin de garantir une autonomie en eau ASG-SER de site suffisante (avec réalimentation des baches ASG par SER en gravitaire ou par pompage) pour faire face à une situation H1 de site de durée conventionnelle 72 h cumulée avec un MDTE de 6 h. Si EDF ne peut pas garantir la mise en œuvre de cette dernière disposition, de même que dans le cas d'une situation H1 de site induite par une agression non prédictible (H1 de site de durée 60 h consécutif à une arrivée massive d'éléments colmatants), l'IRSN recommande qu'EDF définisse les exigences permettant de garantir l'autonomie requise, en particulier en retranscrivant dans les STE les volumes SER nécessaires à la gestion de la situation H1 de site pour la configuration d'appoint par pompage (pompe ASG 171 PO).

## ANNEXE - OBSERVATIONS

### A7 - Confinement en situation post-accidentelle - Extension de la 3<sup>ème</sup> barrière

O 7.1 : L'IRSN estime qu'EDF doit formaliser la liste des équipements appartenant aux circuits de l'extension de la 3<sup>ème</sup> barrière dans toutes les situations envisagées, de façon analogue à la note produite sur le palier 900 MWe.

O 7.2 : Les jeux de procédures de conduite (APE PTD EC98) ayant évolué depuis le lancement des études d'accidents de dimensionnement, l'IRSN estime qu'EDF devra vérifier que la prise en compte des jeux de procédures de conduite actuellement en vigueur ne conduit pas à modifier la liste des circuits « extension de la troisième barrière de confinement » du palier N4.

O 7.3 : L'IRSN considère que des piquages sur les circuits d'extension de la troisième barrière (y compris leurs organes d'isolement) pourront être identifiés comme extension de la 3<sup>ème</sup> barrière, et que des exigences devront donc être définies et vérifiées en conséquence. L'IRSN estime donc qu'EDF devra en tenir compte lors de l'établissement de la liste détaillée des matériels appartenant aux circuits constituant l'extension de la 3<sup>ème</sup> barrière.

O 7.4 : Concernant la tenue mécanique des pompes ISBP en phase de recirculation, le constructeur des pompes a identifié que le choc thermique subi par ces pompes lors du passage en recirculation (de 7 à 150 °C) risquait de produire une distorsion entre les faces de friction de la garniture mécanique des pompes, qui pourrait dégrader la lubrification entre faces. Celle-ci pourrait conduire à une usure prématurée et conduire à terme à un débit de fuite non négligeable, sans toutefois mettre en cause l'opérabilité de la pompe. L'IRSN considère qu'EDF doit quantifier les débits de fuite des liaisons boulonnées et de la garniture mécanique ainsi que leur impact en termes de conséquence radiologique.

O 7.5 : Concernant la tenue mécanique du circuit RIS BP en phase de recirculation, l'IRSN note qu'EDF préconise de vérifier le bipasse du limiteur de couple des vannes d'aspiration dans les puisards de l'enceinte (RIS 009-010 VP) et de changer le réglage actuel du limiteur de couple à l'ouverture de ces vannes, compte tenu de leur importance en situation d'accident grave. L'IRSN considère que les préconisations d'EDF concernant ce couple de vannes doivent être appliquées à toutes les tranches du palier N4.

### A8 - Accidents graves

O 8.1 : Les éléments précédemment transmis par EDF dans le cadre de la modification visant à fiabiliser, sur le palier 900 MWe, l'ouverture commandée des soupapes SEBIM du pressuriseur par la mise en œuvre d'une nouvelle technologie (PNXX 0/1721), ont fait l'objet de remarques de la part de l'IRSN compte tenu de l'absence de démonstration de non régression pour la sûreté due à l'implantation de cette modification et de doutes sur la qualification du nouveau dispositif de commande. La modification similaire envisagée sur le palier N4 (PNXX 4721) partage les mêmes principes de conception que sur le palier 900 MWe. Aussi, les remarques formulées par l'IRSN sur cette modification dans le cadre du réexamen VD3 900 sont reconductibles à la modification PNXX 4721. Par

conséquent, l'IRSN estime que cette modification, lorsqu'elle sera déclarée par EDF au titre de l'article 26 du décret du 2 novembre 2007, devra faire l'objet d'une instruction particulière.

O 8.2 : L'IRSN considère que les demandes concernant la suffisance des modifications de l'instrumentation en AG (« détection du percement de la cuve et évaluation du risque hydrogène »), émises par l'ASN dans le cadre du réexamen de sûreté VD3-900, sont applicables au palier N4.

#### A9 - Etudes probabilistes de sûreté (EPS) de niveau 1

O 9.1 : L'IRSN considère que, à l'occasion du prochain réexamen de sûreté, le domaine de couverture de l'EPS de référence du palier N4 (EPS réacteur de niveau 1) devra être élargi par la prise en compte des agressions internes et externes, y compris les températures extérieures élevées afin notamment d'évaluer l'importance des systèmes de ventilation et de refroidissement.

O 9.2 : L'IRSN note que la protection du circuit primaire contre les surpressions à froid repose aujourd'hui sur des actions humaines. Les cuves du palier N4 étant par ailleurs peu sensibles à ce risque compte tenu de leur âge, l'IRSN considère que cette situation est acceptable, mais que des dispositions matérielles devront être étudiées pour réduire ce risque dans le cadre du prochain réexamen.

O 9.3 : L'IRSN considère que, pour permettre l'utilisation correcte des EPS, notamment pour la définition du domaine complémentaire, l'ensemble des actions opérateurs valorisées implicitement ou explicitement dans l'analyse probabiliste, même réalisées au-delà de 4 heures après l'initiateur et en présence de l'équipe de crise, devront être explicitement modélisées dans l'EPS de référence lors du prochain réexamen. La défaillance des moyens matériels utilisés à l'initiative de l'équipe de crise doivent être également modélisées.

O 9.4 : L'IRSN considère que, pour le prochain réexamen, EDF devra réaliser, en support aux EPS, des études des situations de non-arrêt des pompes primaires en fonctionnement sans refroidissement des joints et des paliers du moteur, afin de déterminer les conséquences sur l'intégrité du circuit primaire ainsi que les délais à la disposition des opérateurs pour arrêter manuellement les pompes primaires.

O 9.5 : L'IRSN considère que, à l'occasion du prochain réexamen, l'ensemble des scénarios de bipasse du confinement qui nécessitent la mise en œuvre de parade doit être intégré dans l'EPS de référence et doivent faire l'objet d'une analyse dans le cadre de la redéfinition du domaine complémentaire.

O 9.6 : L'IRSN considère que, lors de chaque réexamen, EDF devra présenter une analyse des défaillances constatées sur les clapets RIS et RCP (fuites, essais périodiques, etc.) afin de s'assurer de l'absence de risque de défaillance de cause commune.

O 9.7 : L'IRSN considère qu'EDF doit mettre à jour son étude probabiliste des scénarios de bipasse du confinement par le soutirage excédentaire, en intégrant les aspects suivants :

- une estimation du taux de fuite en attente de l'échangeur de soutirage excédentaire,
- une estimation de la probabilité de rupture de des tubes de l'échangeur de soutirage excédentaire, lors de sa mise en service, compte tenu des mesures de surveillance mises en place,
- la faisabilité de l'isolement de la ligne de soutirage excédentaire.

Cette étude mise à jour devra être intégrée à l'EPS de référence du palier N4 lors du prochain réexamen.

O 9.8 : L'IRSN considère qu'EDF doit mettre à jour son étude probabiliste des scénarios de bipasse du confinement par fuite sur les échangeurs RRA, en intégrant les aspects suivants :

- une estimation de la probabilité de fuite lors de la mise en service des échangeurs RRA ; le taux de fuite en attente doit être conforme à l'estimation présentée dans la note de fiabilité correspondante,
- une analyse de l'efficacité des moyens de détection d'une fuite en attente des échangeurs RRA.

Cette étude devra être intégrée à l'EPS de référence du palier N4.

O 9.9 : L'IRSN considère que, pour le prochain réexamen, la modélisation dans l'EPS de référence du palier N4 des séquences accidentelles consécutives à l'initiateur Incident du Réseau Généralisé (IRG) doit considérer le fait que l'initiateur affecte l'ensemble des tranches du site. Cette remarque est valable pour l'ensemble des initiateurs qui affectent plus d'une tranche du site.

O 9.10 : L'IRSN considère que les initiateurs de type « vidange accidentelle » doivent être considérés dans le cadre de l'EPS pour la piscine de combustible, à l'occasion du prochain réexamen. Le domaine de couverture de cette EPS devra être étendu aux agressions internes et externes.

O 9.11 : L'IRSN considère que le scénario accidentel de type « perte des onduleurs induite par la perte du réseau » devra être considéré dans l'EPS de référence du palier N4, à l'occasion du prochain réexamen.

O 9.12 : L'IRSN considère que les états « API fermé » et « ouverture directe de la cuve » devront être traités d'une manière distincte dans l'EPS de référence du palier N4, à l'occasion du prochain réexamen.

O 9.13 : L'IRSN considère que, lors du prochain réexamen, EDF devra fournir des analyses support à la modélisation du contrôle-commande en utilisant le modèle COMPACT, et notamment :

- l'analyse des modes de défaillance des systèmes et des sous-systèmes du contrôle-commande et leurs effets sur l'installation (AMDE) ; cette analyse permettra également d'identifier les initiateurs de perte des systèmes de contrôle-commande à prendre en compte dans les EPS,
- l'identification et l'analyse des dépendances entre les systèmes et les sous-systèmes du contrôle-commande (matrice de dépendances),
- l'identification et l'analyse des dépendances entre les initiateurs induits par les systèmes de contrôle-commande et les parades.

Les initiateurs induits par systèmes de contrôle-commande doivent être considérés dans l'EPS de référence lors du prochain réexamen (notamment la perte du CONTRONIC-E).

O 9.14 : L'IRSN considère que l'arrêt des GMPP, s'il est nécessaire au succès du gavé-ouvert, devra être modélisé explicitement dans l'EPS de référence du palier N4 lors du prochain réexamen.

O 9.15 : L'IRSN note qu'EDF considère que le bouchage de la ligne d'évacuation du trop plein du ballon ASG 291 BA est par conception exclu et conduit à la non-prise en compte dans les EPS de modes de défaillance particuliers du LLS et des turbopompes ASG, ainsi que des dépendances fonctionnelles

entre ces systèmes. L'IRSN considère que cette hypothèse n'est pas justifiée et que les défaillances du système de purge commun aux pompes ASG et au LLS devront être prises en compte lors de la prochaine mise à jour des EPS.

O 9.16 : L'IRSN considère que la réalimentation de la bache ASG devra être explicitement modélisée dans les EPS de référence du palier N4 lors du prochain réexamen, afin notamment de mettre en évidence les dépendances éventuelles entre les systèmes de réalimentation et les initiateurs considérés.

O 9.17 : L'IRSN considère que, lors du prochain réexamen, EDF devra proposer une analyse plus fine des séquences fonctionnelles, notamment en ce qui concerne la disponibilité du refroidissement par le secondaire et de l'injection aux joints des GMPP :

- « Brèche primaire en AN/GV entre P11 et les conditions de connexion du RRA »,
- « Brèche primaire en AN/GV aux conditions de connexion du RRA, en AN/RRA et API fermé ».

Si le caractère enveloppe des études réalisées ne peut être démontré, des études distinctes et adaptées pour les différentes situations accidentelles regroupées dans chacune des séquences fonctionnelles devront être proposées.

O 9.18 : L'IRSN considère qu'EDF doit s'assurer que les séquences fonctionnelles ne regroupent que des séquences élémentaires pour lesquelles la disposition complémentaire est efficace. Dans le cas contraire, EDF devra justifier explicitement le caractère enveloppe de l'évaluation probabiliste associée.

O 9.19 : L'IRSN considère que les moyens matériels et les actions humaines associées à la disposition complémentaire « Mise en service manuelle d'un appoint au primaire » devront être explicitement identifiés lors de la prochaine mise à jour du domaine complémentaire.

O 9.20 : L'IRSN considère que, pour les séquences accidentelles à long terme (H1, H3), EDF devra introduire, lors du prochain réexamen, la notion d'autonomie dans le domaine complémentaire. Cette notion permettra, compte tenu de la fréquence et du temps de réparation de l'initiateur, d'évaluer l'autonomie des parades permettant de calculer une valeur de risque compatible avec les critères du domaine complémentaire. Cette autonomie devra être évaluée notamment pour les dispositions : « appoint gravitaire », « motopompe thermique », « appoint RCV » et « réalimentation bache ASG » ou pour la parade potentielle « réalimentation de la bache PTR ».

O 9.21 : L'IRSN considère que, lors du prochain réexamen, l'EPS de référence du palier N4 devra modéliser explicitement les séquences de vidange rapide de la bache PTR consécutives à la perte ou à une brèche du circuit RRA en état API. La suffisance de la parade « Passage manuel en recirculation en API non-fermé » devra être analysée en intégrant ces séquences à la séquence fonctionnelle « Brèche ou perte RRA en API non-fermé ».

O 9.22 : L'IRSN considère que les actions dominantes pour la mise en œuvre du refroidissement maximal (ouverture forcée des LDP et arrêt des GMPP), devront être explicitement modélisées dans l'EPS de référence du palier N4 lors du prochain réexamen.

O 9.23 : L'IRSN considère que, lors du prochain réexamen, EDF devra étudier les conséquences d'une situation « Échec de l'arrêt automatique sur signal de haute température paliers - butées ». Cette

étude permettra ensuite de se prononcer sur la suffisance de la parade « Arrêt automatique des GMPP sur signal de haute température paliers - butées » ainsi que sur la nécessité d'une parade en secours de type « Arrêt manuel des GMPP ».

O 9.24 : L'IRSN considère qu'EDF doit engager la réévaluation de la fréquence des initiateurs de défaillance de causes communes des tableaux électriques secourus de 6,6 kV (DCC-LH) en prenant en compte l'ensemble des indisponibilités des tableaux électriques, notamment celles consécutives à un début d'incendie et non retenues dans les estimations des fréquences d'incendie utilisées dans l'EPS incendie. De plus, compte tenu de la valeur supérieure à  $10^{-7}$  ( $3.10^{-7}$ ) de la séquence fonctionnelle sans la parade et de l'incertitude actuelle sur la fréquence de l'initiateur DCC-LH, l'IRSN considère qu'EDF doit intégrer la parade « fiabilisation de l'injection aux joints » dans la liste des dispositions complémentaires pour la VD1-N4.

#### A11 - Autonomie des tranches vis-à-vis des agressions externes de mode commun

O 11.1 : L'IRSN recommande qu'EDF réalise, pour le palier N4, une analyse équivalente à celle qui sera menée pour le palier 900 MWe relative à l'évaluation du risque qu'un MDTE de longue durée dégénère en situation H3 sur une tranche d'un site N4. Si ce risque n'est pas résiduel, l'IRSN estime qu'EDF devra évaluer les réserves en eau secondaire nécessaires à la gestion de cette situation.

#### A13 - Dérive de nappes d'hydrocarbures

O 13.1 : L'IRSN estime qu'EDF doit traiter, sur le palier N4, le risque lié aux dérives de nappes d'hydrocarbures de la même manière que sur le palier 900 MWe. En particulier, EDF doit :

- étendre la zone de prise en compte des installations fluviales de manière analogue et cohérente avec la démarche mise en œuvre lors du réexamen VD3 900 pour les sites fluviaux, à savoir la zone amont pour laquelle une nappe pourrait atteindre le CNPE en moins de 2 heures, hormis si une écluse ou une usine hydroélectrique se situe à un temps de parcours inférieur.
- présenter la probabilité totale de perte de la source froide due à ce risque afin de déterminer si des dispositions complémentaires doivent être mises en place,
- compléter cette évaluation probabiliste par une analyse des conséquences envisagées sur la fonction « refroidissement du combustible » et du temps nécessaire à sa restauration.



**Copies internes :**

IRSN/DIR	M.	QUENIART
DSDRE	M.	DESCHAMPS
DSR/DIR	M.	JOREL
	M.	QUENTIN
	M.	COUTURIER
	M.	BRUNA
	Mlle	RICHARD (2 exemplaires)
DSU/SERIC	M.	BATTISTON
DSU/SERIC/BEXI	Mme	BRUNO
DSU/SERIC/BEXI	M.	VINOT
DSU/SERIC/BEXI	Mme	DELALANDE-PELISSIER
DEI/SARG/BERSSIN	M.	BAUMONT
DSR/SAGR	Mme	PICHEREAU
DSR/SAGR/BAAGR	M.	DUBREUIL
DSR/SAMS	M.	FOUCHER
DSR/SAMS/BAGCS	M.	GUILHEM
DSR/SAMS/BAGCS	Mme	PIEDAGNEL
DSR/SAMS/BAGCS	M.	RAMBACH
DSR/SAMS/BAMM	M.	MERMAZ
DSR/SEGRE	M.	BOURGOIS
DSR/SESPRI	M.	WATTELLE
DSR/SESPRI	Mme	SAMIER
DSR/SESPRI/BEADS	Mme	GRARE
DSR/SESPRI/BEADS	M.	LINCOT
DSR/SESPRI/BECS	Mme	DUPUY
DSR/SESPRI/BECS	Mme	BERTRAND
DSR/SESPRI/BECS	Mme	DEBAUDRINGHIEN
DSR/SESPRI/BECS	M.	KANEV
DSR/SESPRI/BEPS	M.	CORENWINDER
DSR/SESPRI/BEPS	M.	GEORGESCU
DSR/ST3C	Mme	CADET-MERCIER
DSR/ST3C/BACR	Mme	ESTELLER
DSR/ST3C/BACR	Mme	FAUCHILLE
DSR/ST3C/BATH	M.	ISRAEL
DSR/SEFH	M.	JEFFROY
DSR/SEREP	M.	BIGOT
DSR/SÈREP	M.	HOLBE
DSR/SEREP/BAIE	M.	VALERO

DSR/SEREP/BEMA	M.	BODINEAU
DSR/SEREP/BEREN	M.	GILLOTEAU
DSR/SEREP/BEREN	Mme	MIRAMON
DSR/SEREP/BESP	M.	DUCAMP
DSR/SEREP/BESP	M.	MONTAGUT
DSR/SEREP/BESP	M.	WALLE
DSR/SEREP/BRS	M.	PIGNOLET
DSR/SEREP/BRS	Mme	PICOT
DSR/SEREP/BRS	M.	BONNAFIS
DSR/SEREP/BRS	Mme	CARON