

Fontenay-aux-Roses, le 29 juin 2012

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

Avis IRSN N° 2012-00291**Objet :** Réacteurs à eau sous pression - Palier 900 MWe CPY - Déclaration d'une modification des RGE à l'état documentaire « PTD n° 2 » - Modification « DA grands chauds »**Réf. :**

1. Lettre ASN CODEP-DCN-2012-027399 du 23 mai 2012
2. Règle fondamentale de sûreté RFS 1.3.a du 5 août 1980 - Utilisation du critère de défaillance unique dans les analyses de sûreté
3. Avis IRSN n° 2001-399 du 21 septembre 2011- Fessenheim 1 et 2 - Modification temporaire du chapitre IX des RGE concernant le non-respect des critères de débit minimal de ventilation des locaux des moteurs de pompes RIS et EAS
4. Avis IRSN n° 2012-00092 du 28 février 2012 - REP - Palier 900 MWe CPY - Evaluation des modifications matérielles relatives au remplacement des groupes de production d'eau glacée de l'îlot nucléaire (DEG) et des locaux électriques (DEL)

A la suite de la demande de l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) citée en référence [1], l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) a examiné le dossier de modification déclaré par EDF début 2012 afin de faire évoluer le référentiel de conception et d'exploitation des réacteurs de 900 MWe de type CPY en cohérence avec les études menées dans le cadre de la réévaluation des température d'air extérieur et d'eau de la source froide.

A cet égard, l'IRSN rappelle que l'été caniculaire de 2003 a mis en évidence une faiblesse de conception des réacteurs à eau sous pression (REP) d'EDF. En effet, les températures d'air extérieur et d'eau de la source froide prises en compte pour le dimensionnement de ces réacteurs ont été dépassées sur certaines centrales. Afin de maintenir le niveau de sûreté des réacteurs en cas de températures élevées, EDF a initié en 2003 un plan d'actions visant à proposer une démarche de réévaluation de sûreté des installations pour des températures supérieures à celles retenues lors de la conception. Ce plan d'actions, mené prioritairement sur le palier de réacteurs de type CPY, a abouti à la constitution d'un nouveau référentiel de sûreté dénommé référentiel « grands chauds » et à la réalisation d'études de réévaluation de sûreté liées à la conception et à l'exploitation des réacteurs.

Ces études réalisées par EDF concluent à la nécessité de mettre en œuvre des modifications matérielles et de réviser les Règles générales d'exploitation (RGE). Certaines de ces modifications comme l'augmentation de la surface d'échange de certains échangeurs de la source froide, l'ajout

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

d'un hydro-réfrigérant assurant le refroidissement du circuit d'huile des pompes d'injection de sécurité haute pression ou l'évolution de Spécifications techniques d'exploitation (STE) portant sur des systèmes de ventilation ont déjà été déclarées et mises en œuvre. Le dossier de déclaration examiné dans le présent avis constitue le complément des évolutions jugées nécessaires par l'exploitant et comprend des déclarations de modifications matérielles de l'installation, ainsi que des déclarations de modifications des chapitres III, VI et IX des RGE et des rapports de sûreté des réacteurs de 900 MWe à l'état technique VD2 et VD3.

L'IRSN constate que le dossier présenté par EDF modifie les règles de prise en compte des matériels, systèmes et régulations dans les études d'accidents du domaine de dimensionnement présentées dans les rapports de sûreté. L'adoption des règles proposées par EDF conduirait à pouvoir valoriser dans les études des accidents aux conséquences les plus sérieuses¹ des équipements non classés de sûreté, sans requis systématique de tenue au séisme. L'IRSN estime que cette modification, maintenue par EDF malgré les remarques formulées par l'IRSN au cours de l'instruction, constitue une régression non acceptable d'un principe de sûreté. En effet, dans la démonstration de sûreté, tout accident du domaine de dimensionnement provoqué par une défaillance matérielle est réputée pouvant être initié par un séisme (y compris si l'équipement défaillant est dimensionné au séisme). Les matériels nécessaires au repli en état sûr du réacteur doivent donc rester fonctionnels après un séisme et une perte totale des alimentations électriques externe. Pour les accidents de 4^{ème} catégorie, cette exigence doit être observée dans le respect des règles d'étude du domaine de dimensionnement². L'IRSN recommande que les règles de prise en compte des matériels, systèmes et régulation dans les études des accidents du domaine de dimensionnement soit fixées par l'ASN, au travers d'une prescription réglementaire opposable à l'exploitant (voir recommandation n °1 en annexe).

Les études thermiques d'EDF ont été réalisées sur une durée conventionnelle de 24 h, délai jugé suffisant pour rallier l'état sûr suite à un accident du domaine de dimensionnement. En 2009, lors de l'examen du référentiel « grands chauds », l'ASN a souligné que les locaux qui contiennent des équipements participant à l'évacuation à plus long terme de la puissance résiduelle du réacteur sont susceptibles de continuer à s'échauffer au-delà de 24 h. En conséquence, l'ASN a demandé à EDF de prolonger la durée des scénarios pour ces locaux jusqu'à l'atteinte d'un régime stabilisé (ou infiniment décroissant), afin de vérifier que la température maximale atteinte dans chaque local respecte la température maximale admissible par les matériels.

Une des modifications matérielles introduites par EDF dans le cadre de ce dossier concerne l'ajout d'un climatiseur dans les locaux électriques des bâtiments abritant les groupes électrogènes de secours. L'IRSN constate que la conduite à tenir en cas d'indisponibilité de ce climatiseur, fixée par les STE, a été établie à partir des résultats d'une étude thermique ne respectant pas la demande

¹ Accidents classés en quatrième catégorie.

² La possibilité de faire face à un séisme initiateur provoquant une perte totale des alimentations électriques externe peut être examinée à partir d'une étude de sûreté se conformant aux règles d'étude du domaine complémentaire pour les transitoires incidentels et accidentels de 2^{ème} et 3^{ème} catégories couverts par un accident de 4^{ème} catégorie.

formulée en 2009 par l'ASN. Cette étude fait état d'une élévation de la température dans les locaux électriques des groupes électrogènes de 3 °C en situation accidentelle avec le climatiseur indisponible. L'étude, plus récente, prenant en compte la demande de l'ASN et prolongeant la simulation de l'évolution de la température dans le local au-delà de 24 h fait état d'une élévation de la température de 6 °C. En conséquence, cette étude doit amener à revoir la conduite à tenir en cas d'indisponibilité du climatiseur susmentionné. Ceci fait l'objet de la recommandation n° 2 figurant en annexe.

EDF n'a pas présenté un examen exhaustif de la compatibilité des conduites à tenir fixées par les STE en cas de perte d'un système de ventilation ou de climatisation avec les compléments d'études demandés en 2009 par l'ASN. EDF devra donc faire cet examen et procéder, le cas échéant, à des modifications des conduites à tenir. Ce point fait l'objet de la recommandation n° 3 en annexe.

Actuellement, lors d'un repli du réacteur utilisant le circuit de refroidissement à l'arrêt RRA, les procédures de conduite incidentelle et accidentelle fixent un gradient de refroidissement maximal du circuit primaire à ne pas dépasser. Lors des études liées au référentiel « grands chauds », EDF s'est aperçu que cette prescription était inappropriée car un refroidissement rapide du circuit primaire entraîne une élévation de la température du circuit de refroidissement intermédiaire RRI pouvant conduire à l'endommagement ou au dysfonctionnement de certains équipements. Pour y remédier, les procédures accidentelles imposent désormais de régler le gradient de refroidissement du circuit primaire par le système RRA en respectant une valeur maximale de température d'eau dans le circuit RRI, en sortie des échangeurs de la source froide. Dans le référentiel « grands chauds », cette température maximale est de 42 °C. Pour certaines conditions de fonctionnement accidentel, EDF souhaitait néanmoins accélérer le refroidissement du circuit primaire par le circuit RRA en portant cette valeur maximale à 50 °C. Or, dans le délai imparti de l'instruction, EDF n'a pas été en mesure de démontrer la compatibilité de cette température avec le bon fonctionnement de l'ensemble des équipements requis. En conséquence, EDF a amendé son dossier pour fixer une valeur maximale de température d'eau dans le circuit RRI en sortie des échangeurs de la source froide de 42 °C lorsque le refroidissement du réacteur est assuré par le RRA, quelle que soit la séquence accidentelle envisagée. Cette position ne suscite pas de remarque de la part de l'IRSN.

Par contre, les procédures de conduite incidentelles et accidentelles surveillent une perte d'efficacité du refroidissement de la source froide à partir d'une alarme de température haute du circuit RRI délivrée par les capteurs de température situés en sortie des échangeurs de la source froide (seuil d'apparition de l'alarme calé à 45 °C). Lorsque le système d'aspersion de l'enceinte (EAS) ne fonctionne pas en recirculation sur les puisards du bâtiment réacteur, cette alarme oriente les opérateurs vers une stratégie de conduite de perte totale de la source froide. Dans les autres conditions accidentelles (EAS en recirculation sur les puisards), la température RRI en sortie des échangeurs de la source froide peut dépasser les 45° C sans être significative pour autant d'une dégradation de la capacité de refroidissement de la source froide. Dans son dossier de modification des règles de conduite accidentelle, l'exploitant prévoit dans ce cas de mémoriser l'alarme sans la prendre en compte, ce qui revient à ne plus surveiller une éventuelle dégradation de la capacité d'échange du circuit RRI et du circuit de circulation de la source froide (SEC). L'IRSN estime

nécessaire que cette alarme soit élaborée de façon plus pertinente en tenant compte notamment de l'état du circuit EAS afin de préserver une surveillance de la capacité d'évacuation de l'énergie de l'enceinte à long terme. Ceci fait l'objet de la recommandation n° 4 en annexe.

Les essais périodiques des règles générales d'exploitation sont sanctionnés par des critères classés en deux catégories : les critères de groupe A et les critères de groupe B. Le non-respect d'un critère de groupe A est significatif du non-respect d'une exigence de la démonstration de sûreté ou de l'indisponibilité du matériel testé. Le non-respect d'un critère de groupe B est significatif d'une dégradation du matériel faisant l'objet de l'essai.

Pour s'assurer de la conformité des valeurs de débits du système de ventilation des locaux d'alimentation et de régulation des mécanismes des grappes de commande (locaux RAM et RGL), EDF propose de retenir un critère B.

Or, les valeurs de débit minimal des ventilations des locaux RAM et RGL retenues en tant que critère d'essais périodiques par EDF sont celles utilisées dans les études thermiques permettant de statuer sur la disponibilité de matériels importants pour la sûreté. Aussi, l'IRSN recommande que ces critères soient classés en groupe A (recommandation n° 5).

L'IRSN considère que les modifications déclarées par EDF, complétées par les recommandations précitées, permettent de renforcer la capacité des réacteurs de 900 MWe à faire face à un transitoire accidentel survenant lors d'une période de fortes chaleurs. L'IRSN estime donc acceptables, du point de vue de la sûreté, les modifications « DA grands chauds », telles que déclarées par EDF, sous réserve de la prise en compte des recommandations 1 à 5 présentées en annexe.

En revanche, l'instruction réalisée dans le cadre de cet avis a mis en évidence un certain nombre d'éléments de nature à améliorer le niveau de sûreté des réacteurs de 900 MWe du palier CPY. Ces éléments devront notamment être pris en compte dans une future révision du dossier présenté par EDF.

Récemment, l'IRSN a constaté qu'EDF a modifié sa méthode de validation fonctionnelle des capteurs d'exploitation. Cette méthode ainsi que les documents dans lesquels figure la valeur physique du critère à respecter (les programmes de maintenance préventive) ne faisant pas partie des RGE, cette modification n'a pas été déclarée à l'ASN. Pourtant, de telles modifications sont susceptibles d'avoir un impact significatif sur des critères d'essais périodiques relevant des RGE. Il en est de même pour les méthodes de prise en compte des incertitudes de mesure.

Pour ce qui concerne les points de consigne des relais à seuils et des capteurs tout ou rien, ainsi que les paramètres d'automatisme et de régulation pris en compte dans la démonstration de sûreté, EDF généralise une pratique consistant à renvoyer l'utilisateur des règles d'essais périodiques vers des documents ne faisant pas partie des RGE, tels que les Dossiers de système élémentaire (DSE), pour qu'il prenne connaissance de leur valeur de réglage. Cette pratique est à proscrire. En effet, rien ne garantit que l'impact d'une modification de l'installation sur un référentiel documentaire non RGE sera correctement analysé et donc que ces documents seront systématiquement mis à jour en tant

que de besoin (les DSE sont des documents nationaux qui ne reflètent pas les particularités de l'état technique réel d'un réacteur).

Certaines modifications des règles d'essais périodiques présentées par EDF concernent des validations de capteurs d'exploitation et des modifications de relais à seuil. L'IRSN formule donc la recommandation n° 6 en annexe pour que ne perdurent pas les pratiques évoquées ci-avant.

Dans son dossier, EDF a fixé des critères de sûreté (de groupe A) sur les débits de ventilation des locaux abritant les pompes de sauvegarde des circuits d'injection de sécurité basse pression (RIS BP) et d'aspersion de l'enceinte (EAS). Selon les études thermiques réalisées par EDF, ces débits minimaux permettent de maintenir en toutes circonstances une température inférieure à la température ambiante admissible par les moteurs des pompes (fixée à 56 °C) qui sont les équipements les plus sensibles aux fortes chaleurs. Cependant, l'IRSN signale que cette température limite admissible par les moteurs a été établie à partir d'un nombre très limité de mesure d'échauffement réel des moteurs (seul deux moteurs sur les 136 du parc de réacteurs de 900 MWe ont été testés).

Lors de l'instruction réalisée à l'occasion de la découverte d'anomalies sur les circuits de ventilation des pompes de sauvegarde RIS et EAS de la centrale de Fessenheim (cf. avis cité en référence [3]), l'IRSN a sollicité des relevés d'échauffement de tous les moteurs RIS BP et EAS du site. D'après des relevés d'essais du moteur présentant le plus fort échauffement, l'échauffement corrigé pour tenir compte des conditions auxquelles pourraient être soumis le moteur en situation accidentelle est de 93°C au lieu des 70°C postulés dans le dossier « grands chauds » d'EDF.

L'IRSN rappelle que les moteurs RIS BP et EAS du palier de réacteurs CPY et de Fessenheim ont des caractéristiques techniques très proches : ce sont tous des moteurs asynchrone de 6,6 kV, de classe d'isolation thermique de catégorie B (c'est-à-dire, selon la norme CEI 60085, pouvant supporter une température au point le plus chaud du bobinage de 130 °C sans subir un vieillissement accéléré) et d'une puissance électrique maximale appelée de :

- 425 kW pour les moteurs EAS de Fessenheim contre 420 kW pour les moteurs EAS du palier CPY,
- 225 kW pour les moteurs RIS BP de Fessenheim contre 220 kW pour les moteurs RIS BP du palier CPY.

En conséquence, en l'absence d'une campagne de mesure d'échauffement complète sur tous les moteurs RIS BP et EAS du parc de réacteur de 900 MWe, l'IRSN considère que le résultat des mesures d'échauffement du moteur de Fessenheim doit être retenu comme cas enveloppe.

Il fait apparaître un dépassement de 29 °C de la température maximale des enroulements statoriques recommandée par la norme CEI 60085 (fixée à 130 °C au point le plus chaud du cuivre pour un moteur de classe B). Ce dépassement important est susceptible de réduire significativement la durée de vie du moteur, y compris dans des conditions climatiques relativement tempérées. Or les pompes RIS BP et EAS ont une durée de mission pouvant atteindre plusieurs années dans certains scénarios accidentels.

L'IRSN rappelle que la classe B des moteurs de ces pompes est la classe d'isolation thermique la plus faible des moteurs de sauvegarde asynchrone haute tension équipant le parc en exploitation³ et que l'ensemble des moteurs RIS BP et EAS des paliers 1300 MWe et N4 sont de classe F.

L'IRSN estime que, compte tenu de l'ampleur du dépassement, l'augmentation du débit minimal de ventilation des locaux de ces pompes fixé par un critère de sûreté des RGE n'est pas de nature à apporter une réponse adaptée et recommande, en conséquence, qu'EDF modifie le bobinage de l'ensemble des moteurs RIS BP et EAS du parc de réacteurs de 900 MWe pour augmenter leur classe d'isolation thermique (voir recommandation n° 7).

Les études d'impact du référentiel « grands chauds » évaluent les effets de fortes chaleurs sur les températures pouvant être atteintes dans les locaux abritant des matériels importants pour la sûreté. Ces études retiennent pour certains systèmes de ventilation et de climatisation des performances théoriques qui ne sont jamais vérifiées par des essais en exploitation. Cette faiblesse dans la démonstration d'EDF a notamment été relevée lors de l'instruction de l'IRSN en vue des réunions du Groupe permanent d'experts en charge des réacteurs (GPR) du 20 décembre 2007 et du 17 janvier 2008 sur le retour d'expérience d'exploitation. A l'issue de ces réunions, le GPR a recommandé que des campagnes « point zéro » de mesures des débits de ventilation requis au titre du confinement dynamique et du conditionnement de l'air des locaux contenant des matériels importants pour la sûreté soient programmées sur tous les réacteurs du parc. Le GPR recommandait également qu'EDF définisse par la suite de nouvelles exigences de suivi en exploitation des débits de ventilation selon une périodicité adaptée. En janvier 2009, l'ASN fixait l'échéance ultime de réalisation des campagnes d'essais point zéro et de la remise par EDF de ses conclusions quant aux nouvelles modalités de suivi en exploitation des débits de ventilation au 30 juin 2010. Or, pour la plupart des systèmes de ventilation dont les performances réelles ne sont pas connues, les résultats des mesures de débit, qui ont dû être réalisées par EDF, n'ont jamais été communiqués.

L'IRSN rappelle que les performances d'un équipement ou d'un système valorisé par une étude de la démonstration de sûreté doivent faire l'objet d'une vérification initiale, puis d'essais périodiques si sa dégradation ne peut pas être détectée par une surveillance appropriée lors du fonctionnement normal de l'installation. Le fait qu'EDF base des études de la démonstration de sûreté sur des performances théoriques jamais vérifiées en conditions réelles d'exploitation constitue un écart significatif à un principe de sûreté. La correction de cet écart fait l'objet des recommandations n° 8 et n° 9 figurant en annexe.

L'absence de vérification des performances réelles des système de ventilation et de climatisation est d'autant plus préjudiciable que les études d'EDF font parfois apparaître de très faibles marges, de l'ordre de 1 à 2 °C, entre les températures pouvant être atteintes dans les locaux en périodes de fortes chaleurs et les températures conduisant à un risque de dégradation de certains équipements.

³ Une grande partie des moteurs de sauvegarde asynchrone haute tension du parc en exploitation est de classe F, correspondant à une température maximale recommandée pour les bobinages de 155°C au lieu de 130°C pour la classe B.

De plus, l'IRSN a déjà souligné lors de précédents avis l'absence de qualification du code de calcul ayant servi à réaliser ces modélisations de températures.

Les groupes de climatisation des locaux électriques (groupes froids DEL) sont implantés sur les tranches impaires dans un local ventilé et climatisé par deux voies redondantes du système de ventilation de la salle de commande. Sur les tranches paires, ces mêmes groupes froids de sauvegarde sont implantés dans un local ventilé et climatisé par une seule voie du système de ventilation du bâtiment électrique. Cette différence a amené l'IRSN à questionner EDF sur les températures pouvant être atteintes dans ce local des groupes froids DEL des tranches paires dans des conditions de fonctionnement accidentel conduisant à la perte d'une voie électrique et donc à la perte totale de la ventilation et de la climatisation de ces groupes.

L'augmentation de puissance des groupes DEL décidée par EDF dans le cadre des études « grands chauds » pourrait donc conduire, sur les tranches paires, à un accroissement de risque si les pertes calorifiques de ces nouveaux groupes dans leur local sont importantes.

Ces remarques de l'IRSN font l'objet des observations n° 1 et n° 2 en annexe.

Dans ses études thermiques, EDF a considéré que, en condition de fonctionnement accidentel n'impliquant pas la mise service du système d'aspersion de l'enclume (système EAS), la température dans le bâtiment réacteur ne s'élèvera pas au-delà de la température maximale autorisée en fonctionnement normal (45 °C), car les systèmes de ventilation de l'enclume et les systèmes refroidissant l'air soufflé (système d'eau glacée de l'îlot nucléaire DEG et système de refroidissement intermédiaire RRI) restent efficaces. Or, les groupes d'eau glacée DEG ne sont pas considérés comme importants pour la sûreté. Ils ne sont pas dimensionnés au séisme et leur alimentation électrique n'est pas alimentée automatiquement par les groupes électrogènes de secours en cas de perte des alimentations électriques externes. En cas de séisme ou de perte totale des alimentations électriques externes, les groupes froids DEG peuvent se trouver dans l'incapacité de refroidir l'air soufflé par la ventilation du bâtiment réacteur et du puits de la cuve du réacteur. Dans ces conditions, une augmentation rapide de la température du bâtiment réacteur (de l'ordre de 10 °C) est à prévoir. EDF devra donc corriger ses études thermiques et évaluer les conséquences d'une température du bâtiment réacteur plus élevée que prévue sur le bon fonctionnement des matériels importants pour la sûreté (observation n° 3 en annexe).

Les modifications des spécifications techniques d'exploitation présentées par EDF ont été élaborées sur la base d'études thermiques qui peuvent présenter des biais non négligeables comme le soulignent les remarques ci-avant. Ceci conduit l'IRSN à formuler une réserve générale sur les spécifications techniques d'exploitation qui découlent des études thermiques issues du référentiel « grands chauds » (observation n° 4).

Sur les réacteurs à eau sous pression d'EDF, l'ensemble du circuit primaire, dont l'eau circule au contact des assemblages de combustible, se trouve dans l'enclume de confinement. Ce circuit primaire échange sa chaleur vers le circuit secondaire à l'intérieur de trois générateurs de vapeur sur les réacteurs de 900 MWe. Chacun de ces générateurs de vapeur - situé à l'intérieur du bâtiment

réacteur - comporte plusieurs milliers de tubes de faible diamètre (environ 10 mm). Le fluide primaire circule à l'intérieur de ces tubes et chauffe l'eau du circuit secondaire jusqu'à sa vaporisation. Cette vapeur d'eau actionne la turbine située en salle des machines. La rupture hypothétique d'un tube d'un générateur de vapeur provoquerait une fuite du circuit primaire vers la partie secondaire du générateur de vapeur puisque la pression du circuit primaire est plus élevée que la pression du circuit secondaire. Des systèmes d'injection d'eau à haute pression seraient alors automatiquement activés et injecteraient de l'eau dans le circuit primaire et le circuit secondaire au niveau des générateurs de vapeur. Les opérateurs devraient alors agir rapidement pour éviter le débordement du générateur de vapeur accidenté. S'ils n'y parvenaient pas suffisamment rapidement, un « marteau d'eau » risquerait de solliciter l'ouverture des soupapes de sécurité - situées en dehors de l'enceinte de confinement - de la ligne vapeur du générateur accidenté. L'une de ces soupapes pourrait ne pas se refermer. Cet accident de rupture d'un tube de générateur de vapeur entraînant l'ouverture et le blocage en position ouverte d'une soupape de sécurité est un accident du domaine de dimensionnement devant être pris en compte par EDF (accident de RTGV de catégorie 4 du rapport de sûreté). Il entraîne un by-pass de l'enceinte de confinement. Pour réduire puis annuler la fuite du circuit primaire, celui-ci doit être refroidi et dépressurisé. En dessous de 150 °C, le refroidissement du circuit primaire est assuré par le circuit de refroidissement à l'arrêt (circuit RRA). Il dispose de deux échangeurs de chaleur mais d'une seule vanne (repérée RRA 012 VP) pour régler le débit de l'eau du circuit primaire qui traverse ces échangeurs. En fonctionnement normal, lorsque le réacteur est en production, cette vanne est fermée. En cas d'accident, une ligne de contournement, prédisposée ouverte, assure un débit primaire minimal d'environ 200 m³/h dans les échangeurs après connexion et mise en service du circuit RRA. Le débit de cette ligne de contournement est suffisant pour maintenir la température du circuit primaire aux alentours de 150 °C mais est trop faible pour le refroidir en dessous de 100 °C, condition nécessaire pour annuler la fuite. En situation accidentelle de rupture d'un tube de générateur de vapeur cumulée avec une soupape de sûreté bloquée ouverte, les opérateurs de conduite doivent donc ouvrir la vanne RRA 012 VP pour refroidir et dépressuriser le circuit primaire et ainsi atteindre l'état sûr caractérisé par la fin des rejets de fluide du circuit primaire à l'extérieur de l'enceinte. Dans le cas contraire, seule la décroissance de la puissance résiduelle du réacteur permettra de rallier l'état sûr.

En cas de défaillance de cette vanne, plus la température de l'eau de la source froide (rivière ou mer) est élevée, plus le délai avant l'annulation de la fuite sera long. Le fait que la vanne RRA 012 VP soit le seul équipement permettant de régler le débit traversant les échangeurs de chaleur RRA est une non-conformité à la règle fondamentale de sûreté stipulant qu'un système permettant de rallier l'état sûr dans une condition de fonctionnement accidentelle du domaine de dimensionnement reste fonctionnel en cas de défaillance d'un de ses composants (RFS 1.3.a en référence [2]). La caractérisation et le traitement de cette non-conformité par EDF font l'objet de l'observation n° 5.

Par ailleurs, les composants permettant de manoeuvrer la vanne RRA 012 VP ne sont pas qualifiés à l'ambiance accidentelle. Il s'agit d'une autre non-conformité devant faire l'objet d'une caractérisation et d'un traitement par EDF (voir l'observation n° 6 en annexe).

L'étude des accidents de quatrième catégorie doit être effectuée en postulant un événement aggravant, en sus de l'événement initiateur. Dans son étude de l'accident de 4^{ème} catégorie correspondant à la rupture d'un tube de générateur de vapeur entraînant l'ouverture et le blocage en position ouverte d'une soupape de sécurité, EDF choisit comme aggravant le blocage en position « fermée » de la vanne de décharge à l'atmosphère de la ligne vapeur (vanne réglante GCTa). EDF considère en effet que seule cette défaillance supplémentaire est susceptible à conduire à l'ouverture de soupapes de sûreté du générateur accidenté. L'IRSN estime, au contraire, qu'un phénomène dynamique de type « marteau d'eau » provoqué par le débordement accidentel d'un générateur de vapeur est susceptible de conduire à l'ouverture de ses soupapes de sûreté et au blocage de l'une d'entre elles même en cas de bon fonctionnement de la vanne réglante GCTa. EDF doit donc reprendre l'étude de l'accident de 4^{ème} catégorie correspondant à la rupture d'un tube de générateur de vapeur entraînant l'ouverture et le blocage en position ouverte d'une soupape de sécurité en ne limitant pas le choix de l'aggravant au blocage en position fermée de la vanne GCTa (voir l'observation n° 7 en annexe).

Les températures en sortie des échangeurs de la source froide sont mesurées sur chaque voie RRI par un seul capteur (RRI 081 MT en voie A et RRI 082 MT en voie B). Un dysfonctionnement d'un de ces capteurs pourrait notamment conduire à limiter le refroidissement par le circuit RRA, augmentant ainsi les conséquences radiologiques d'un accident de RTGV de 4^{ème} catégorie et entraînant une surconsommation de l'eau de la bêche alimentant les circuit d'injection de sécurité vers le circuit primaire (bêche PTR). Dans la conception actuellement proposée par EDF des règles de conduite accidentelle, chaque capteur est nécessaire à la maîtrise d'un accident de quatrième catégorie. Dans son dossier de modification, EDF prévoit de fiabiliser et d'améliorer la précision des informations délivrées par les capteurs RRI 081 MT et RRI 082 MT sans toutefois prévoir de les redonder ni de garantir la tenue au séisme de leur chaînes d'instrumentation. Ceci fait l'objet de l'observation n° 8 en annexe.

Durant leur modification, ces informations seront indisponibles. En conséquence, l'IRSN signale que la modification des chaînes d'instrumentation des capteurs RRI 081 MT et RRI 082 MT doit être réalisée lorsque le réacteur sera complètement déchargé (observation n° 9).

Dans son estimation de la capacité nécessaire de refroidissement des échangeurs situés à l'interface des circuits d'eau de la source froide terminale (circuit SEC) et de refroidissement intermédiaire du réacteur (circuit RRI), EDF a considéré des scénarios incidentels ou accidentels dans lesquels les échangeurs SEC/RRI (échangeurs à l'interface entre le circuit de refroidissement intermédiaire et la source froide) doivent refroidir soit le circuit primaire par l'intermédiaire du circuit RRA, soit l'eau des puisards de l'enceinte par l'intermédiaire du circuit d'aspersion de l'enceinte fonctionnant en recirculation à partir des puisards du bâtiment réacteur (en cas de brèche importante sur le circuit primaire ou le circuit secondaire à l'intérieur de l'enceinte). Or, il existe des conditions accidentelles du domaine de dimensionnement qui conduisent à solliciter à court terme l'aspersion de l'enceinte puis qui se poursuivent par le refroidissement du circuit primaire par le circuit RRA. Quelques heures après le début de l'accident, les échangeurs SEC/RRI doivent alors refroidir à la fois l'eau du circuit primaire et l'eau présente dans les puisards de l'enceinte de confinement. Questionné sur ce sujet,

EDF a indiqué qu'il n'avait pas étudié ces scénarios car il considère qu'ils n'ont pas un caractère enveloppe pour dimensionner la capacité minimale de refroidissement des échangeurs SEC/RRI⁴. S'il s'avérait qu'un scénario accidentel conduisant à l'évacuation simultanée de la chaleur du circuit primaire et de l'eau des puisards de l'enceinte de confinement revêt un caractère enveloppe sur la capacité d'échange des échangeurs, le critère des RGE sanctionnant l'encrassement maximal admissible des échangeurs de la source froide devrait être réévalué. Un premier calcul réalisé avec le simulateur « SOPHIA » de l'IRSN montre que la température froide de la voie RRI refroidissant à la fois l'eau des puisards de l'enceinte et le circuit primaire pourrait dépasser durablement les 50° C sans toutefois excéder 55° C. L'IRSN rappelle que le référentiel « grands chauds » considère que la température froide maximale admissible d'une voie du circuit RRI lignée sur le circuit RRA est de 42 °C. Ceci amène l'IRSN à formuler l'observation n °10 figurant en annexe.

En outre, l'IRSN signale qu'EDF a récemment transmis une déclaration d'événement significatif pour la sûreté du fait que certaines hypothèses retenues pour fixer le critère d'encrassement maximal admissible des échangeurs de la source froide ne présentent pas de conservatismes suffisants (déclaration en date de mai 2012). Le coefficient d'échange des échangeurs EAS/RRI et le débit RRI traversant ces échangeurs sont ainsi sous-estimés. L'impact de cet écart reste relativement faible. En conséquence, EDF a prévu de le corriger à partir de l'intégration du présent dossier d'amendement « grands chauds » sur les réacteurs du palier CPY. Or, l'IRSN constate que le dossier de modification « grands chauds » déclaré par EDF en début d'année 2012 ne présente pas le nouveau critère d'encrassement retenu ni les justifications associées. Ceci fait l'objet de l'observation n °11 en annexe.

Enfin, l'IRSN signale que différentes modifications intégrées sur les réacteurs dans le cadre du plan d'actions « grands chauds » conduise à augmenter la puissance électrique d'équipements secourus par les groupes électrogènes de secours. C'est le cas des groupes froids des locaux électriques (système DEL) et de l'îlot nucléaire (système DEG). Or, au regard de l'ensemble des actionneurs qu'ils sont susceptibles d'alimenter en conditions de fonctionnement accidentel, les groupes électrogènes de secours à moteur diesel ne disposent que de très peu de réserve de puissance. Par ailleurs, cette réserve de puissance est plus faible en cas de température d'air extérieur élevée.

Afin de pouvoir examiner l'incidence des puissances supplémentaires qui doivent être alimentées par les groupes électrogènes de secours, leurs bilans de puissance doivent être réactualisés.

Dans son avis en référence [4] relatif à la modification des groupes de production d'eau glacée DEG et DEL, l'IRSN avait notamment recommandé qu'EDF :

- transmette un bilan de puissance actualisé des diesels, prenant en compte l'ensemble des modifications « grands chauds » ;
- fasse apparaître, dans ce bilan, les auxiliaires (et les puissances associées) susceptibles d'être relestés/délestés en application des procédures de conduite, au fur et à mesure de la

⁴ Cette capacité d'échange se dégrade en fonction de l'encrassement des échangeurs. Elle est donc mesurée périodiquement par un essai réalisé au titre des RGE.

progression dans les transitoires considérés (afin de vérifier la capacité permanente des diesels à reprendre les charges durant ce transitoire) ;

- prendre en compte la puissance détarée (c'est-à-dire tenant compte de l'impact d'une température extérieure élevée) des diesels en agression « canicule » pour estimer les marges réellement disponibles.

En réponse, EDF a indiqué qu'un bilan de puissance diesel prenant en compte l'ensemble des modifications « grands chauds » serait réalisé d'ici la fin de l'année 2012. Ce bilan prendra en compte les auxiliaires et puissances associées susceptibles d'être retestés ou délestés en application des procédures de conduite, pour l'état de tranche le plus dimensionnant. Pour les autres états de tranche, la capacité permanente des diesels à reprendre les charges sera vérifiée. La puissance détarée des diesels en agression canicule sera également prise en compte pour estimer les marges disponibles.

L'IRSN note l'engagement pris par l'exploitant.

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

F. MÉNAGE

Recommandations de l'IRSN

R 1. L'IRSN recommande l'adoption dans les rapports de sûreté des réacteurs de 900 MWe et 1300 MWe des conditions suivantes de prise en compte des matériels, systèmes et régulation dans les conditions de fonctionnement de dimensionnement :

« Pour les phases A et B, les règles de prise en compte des matériels, systèmes et régulations sont les suivantes :

- *obligation de prise en compte des matériels, systèmes et régulations lorsque leur action est pénalisante sur le déroulement complet du transitoire (cette règle est prioritaire sur la suivante),*
- *possibilité de prise en compte, avant application de la règle de l'aggravant unique des matériels, systèmes et régulations IPS (Importants Pour la Sûreté) classés de sûreté pour toutes les conditions de fonctionnement,*
- *pour les conditions de fonctionnement de 2^{ème} et 3^{ème} catégories, possibilité de prise en compte, avant application de la règle de l'aggravant unique des matériels, systèmes et régulations IPS-NC (Importants Pour la Sûreté - Non Classés) pour toutes les conditions de fonctionnement, sur la base d'un dossier justificatif, s'ils étaient en fonctionnement au moment de l'accident et tant qu'ils ne subissent pas de discontinuité dans leur condition de service. »*

« Pour la phase C, les règles de prise en compte des matériels, systèmes et régulations sont les suivantes :

- *obligation de prise en compte des matériels, systèmes et régulations lorsque leur action est pénalisante sur le déroulement complet du transitoire et ne peut pas être arrêtée par une action de l'exploitant (cette règle est prioritaire sur la suivante),*
- *possibilité de prise en compte, avant application de la règle de l'aggravant unique, des matériels, systèmes et régulations IPS classés de sûreté pour toutes les conditions de fonctionnement,*
- *pour les conditions de fonctionnement de 2^{ème} et de 3^{ème} catégorie, possibilité de prise en compte, avant application de la règle de l'aggravant unique des matériels, systèmes et régulations IPS-NC (Importants Pour la Sûreté - Non Classés), sur la base d'un dossier justificatif :*
 - *s'ils étaient en fonctionnement au moment de l'accident et tant qu'ils ne subissent pas de discontinuité dans leur condition de service,*
 - *ou s'il est possible de détecter leur défaillance éventuelle et d'y remédier dans un délai raisonnable »*

- *pour les conditions de fonctionnement de 4^{ème} catégorie, possibilité de prise en compte, avant application de la règle de l'aggravant unique des matériels, systèmes et régulations IPS-NC (Importants Pour la Sécurité - Non Classés), sur la base d'un dossier justificatif s'ils restent opérationnels suite à un séisme et :*
 - *s'ils étaient en fonctionnement au moment de l'accident et tant qu'ils ne subissent pas de discontinuité dans leur condition de service,*
 - *ou s'il est possible de détecter leur défaillance éventuelle et d'y remédier dans un délai raisonnable »*

EDF devra inventorier les éventuels écarts à cette règle de prise en compte des matériels systèmes et régulation dans les conditions de fonctionnement de dimensionnement et, le cas échéant, devra présenter un plan d'actions visant à les traiter.

Enfin, l'IRSN rappelle que les études justificatives particulières des rapports de sûreté des réacteurs de 900 MWe et 1300 MWe visant à démontrer la possibilité de faire face à un séisme initiateur provoquant une perte totale des alimentations électriques externe pour les transitoires incidentels et accidentels de 2^{ème} et 3^{ème} catégories ne peuvent valoriser que des matériels réputés rester fonctionnels après un séisme. Pour le reste, les règles d'études du domaine complémentaire doivent leur être appliquées.

L'IRSN considère que cette recommandation pourrait faire l'objet d'une prescription opposable à l'exploitant.

R 2. L'IRSN recommande que la conduite fixée par les STE en cas d'indisponibilité du système de climatisation du local électrique d'un groupe électrogène de secours à moteur diesel requis impose de surveiller et de contrôler la température de ce local. Si cette température reste inférieure à 34 °C, l'événement correspondant sera de groupe 2 et la réparation devra être réalisée sous 14 jours au maximum. Si la température dans le local électrique dépasse 34° C, le groupe électrogène de secours devra être déclaré indisponible.

Cette recommandation, qui découle des résultats d'une étude thermique faisant suite à une demande formulée par l'ASN à EDF en juillet 1999, pourrait faire l'objet d'une prescription opposable à l'exploitant si celui-ci ne souhaite pas la prendre en compte dans les STE qui seront mises en application.

R 3. L'IRSN constate, au travers de l'exemple précédent (recommandation R2), qu'EDF n'a pas pleinement pris en compte la demande de l'ASN de prolonger la durée des modélisations thermiques au-delà de 24 h pour les locaux qui contiennent des équipements participant à l'évacuation à plus long terme de la puissance. L'IRSN recommande qu'EDF fasse un examen exhaustif de la compatibilité des conduites à tenir fixées par les STE en cas de perte d'un système de ventilation ou de climatisation avec les compléments d'études demandés en 2009 par l'ASN.

L'étude correspondante, qui n'est pas obligatoirement un préalable à la mise en application du dossier d'EDF, devra être rendue sous 6 mois.

R 4. L'IRSN recommande qu'EDF modifie la logique et les seuils d'apparition des alarmes détectant une baisse de l'évacuation de l'énergie de l'enceinte par la source froide lors du fonctionnement du circuit EAS en recirculation sur les puisards afin que les opérateurs disposent d'une alerte leur permettant d'engager les actions nécessaires en cas de dégradation ultérieure de la capacité d'échange des circuits SEC et RRI.

Cette recommandation, qui est en lien avec les compléments d'étude et de modification objet de l'observation O 8, n'est pas un préalable à la mise en application du dossier déclaré par EDF.

R 5. L'IRSN recommande que les critères de sûreté relatifs au débit minimal des ventilations des locaux RAM et RGL soient classés en groupe A dans le chapitre IX des règles générales d'exploitation avant la mise en application du dossier présenté par EDF.

R 6. L'IRSN recommande que soient inclus dans les RGE :

- les documents méthodologiques de validation matérielle et fonctionnelle des capteurs d'exploitation importants pour la sûreté,
- les documents méthodologiques de prise en compte des incertitudes de mesure lors d'essais périodiques relevant des RGE,
- les documents méthodologiques de prise en compte des incertitudes des chaînes d'instrumentation pour le réglage des seuils d'activation des protections du réacteur, des systèmes de sauvegarde et des alarmes prises en compte dans la démonstration de sûreté,
- les recueils de points de consignes des relais à seuil, capteurs tout ou rien, paramètres d'automatisme et régulations pris en compte dans la démonstration de sûreté.

Cette recommandation, qui pourrait faire l'objet d'une prescription opposable en cas de désaccord de l'exploitant, n'est pas un préalable à la mise en application du dossier de l'exploitant afin de ne pas retarder l'intégration des aspects bénéfiques des modifications présentées par EDF.

R 7. L'IRSN constate que le cas le plus pénalisant d'échauffement mesuré à ce jour sur un moteur RIS BP ou EAS du parc de réacteurs de 900 MWe conduit, avec les résultats des études thermiques d'EDF, à une température d'enroulement statorique au point le plus chaud du cuivre de 159 °C. L'IRSN rappelle que la norme CEI 60085 recommande que cette température n'excède pas 130 °C afin que le moteur ne subisse pas un vieillissement accéléré. L'IRSN rappelle également que la durée de mission des moteurs RIS BP et EAS peut atteindre plusieurs années dans certains scénarios accidentels.

L'IRSN estime que, compte tenu de l'ampleur du dépassement, l'augmentation du

débit minimal de ventilation des locaux de ces pompes fixé par un critère de sûreté des RGE n'est pas de nature à apporter une réponse adaptée.

En conséquence, l'IRSN recommande qu'EDF modifie le bobinage de l'ensemble des moteurs RIS BP et EAS du parc de réacteurs de 900 MWe pour augmenter leur classe d'isolation thermique (passage à une classe F), comme cela a déjà été fait pour les moteurs des pompes RRI.

Cette recommandation, qui pourrait faire l'objet d'une prescription opposable en cas de désaccord de l'exploitant, n'est pas un préalable à la mise en application du dossier de l'exploitant afin de ne pas retarder l'intégration des aspects bénéfiques des modifications présentées par EDF.

R 8. Pour de nombreux systèmes de ventilation et pour les groupes froids de climatisation DEL et DEG, EDF base ses études de déclinaison du référentiel « grands chauds » sur des performances théoriques non vérifiées en conditions réelles d'exploitation. L'IRSN estime que les performances d'un équipement ou d'un système valorisé par une étude de la démonstration de sûreté doivent faire l'objet d'une vérification de conformité initiale par des essais de qualification.

L'IRSN recommande qu'EDF réalise des mesures de débit sur tous les systèmes de ventilation qui sont valorisés par les études thermiques du référentiel « grands chauds » dans des conditions de fonctionnement accidentel de dimensionnement ou survenant lors d'une agression canicule. Les performances des batteries froides DEG et DEL ainsi que les débits d'eau desservant leurs utilisateurs devront également faire l'objet de mesures.

R 9. Les matériels valorisés par les études de déclinaison du référentiel « grands chauds » doivent être classés au minimum IPS-NC. En cohérence avec ce classement, l'IRSN recommande que les débits de ventilation et les performances des systèmes de climatisation pris en compte dans les études thermiques « grands chauds » fassent l'objet de vérifications dans le cadre des essais périodiques réalisés au titre des RGE, sauf à démontrer qu'une dégradation de ces paramètres remettant en cause une hypothèse d'une étude de sûreté sera détectée par la surveillance en exploitation effectuée lors du fonctionnement normal du réacteur.

L'IRSN rappelle que l'ASN a demandé, début 2009, l'exécution de campagnes de mesures de débit de ventilation sur l'ensemble des réacteurs du parc EDF avec, si besoin, réglage des registres d'équilibrage des réseaux de ventilation. Le but de ces campagnes est de garantir que les débits de ventilation requis au titre du confinement dynamique et du conditionnement de l'air des locaux contenant des matériels important pour la sûreté sont respectés. A l'issue de ces campagnes, l'ASN demandait à EDF de lui faire part, au plus tard le 30 juin 2010, des nouvelles modalités de suivi en exploitation des débits de ventilation.

Au cours de la présente l'instruction, EDF n'a pas été en mesure de transmettre à l'IRSN les relevés d'exécution d'essais de ces campagnes de mesure. Les deux recommandations précédentes pourraient donc faire l'objet d'une prescription opposable à l'exploitant ou de mises en demeure si l'exploitant n'est pas en capacité de présenter ces résultats de mesures au cours d'une inspection.

Ces recommandations ne sont pas un préalable à la mise en application du dossier de l'exploitant afin de ne pas retarder l'intégration des aspects bénéfiques des modifications présentées par EDF.

Observations de l'IRSN

- O 1. L'IRSN observe qu'EDF n'a pas précisé lors de l'instruction les principales hypothèses d'étude utilisées dans la modélisation thermique des locaux abritant les groupes froids DEL sur les tranches paires et impaires du palier CPY. EDF devra justifier que ces hypothèses correspondent bien au scénario le plus pénalisant devant être retenu pour les études de redimensionnement. Ces compléments d'études devront permettre de confirmer que la température pouvant être atteinte dans ces locaux pour le scénario de dimensionnement est compatible avec le bon fonctionnement des nouveaux groupes DEL en cours d'installation sur les réacteurs du palier CPY.
- O 2. L'IRSN observe qu'EDF n'a pas mesuré les pertes thermiques réelles des nouveaux groupes DEL après leur installation sur des réacteurs du palier CPY. Ces pertes thermiques pourraient avoir un impact significatif sur la sûreté dans la configuration d'implantation de ces groupes de climatisation sur les tranches paires. Ainsi, l'IRSN estime nécessaire qu'EDF mesure les pertes caloriques des nouveaux groupes DEL et des tuyauteries RRI implantés sur toutes les tranches paires. En extrapolant les conditions réelles de réalisation de l'essai (condition climatiques extérieures, température de source froide, charge thermique du circuit RRI et du DEL, températures RRI en entrée et de sortie des groupes DEL, température dans le local des groupes DEL, pertes caloriques...) aux conditions enveloppes du référentiel « grands chauds », EDF devra s'assurer que ces pertes sont compatibles avec le bon fonctionnement des groupes DEL dans le scénario de dimensionnement (voir observation n° 1).
- O 3. Les groupes froids de l'îlot nucléaire DEG ne sont pas importants pour la sûreté et ne sont pas classés au séisme. Leur alimentation électrique ne peut pas être réalimentée automatiquement à court terme par les groupes électrogènes de secours. De plus, l'augmentation conséquente de la puissance électrique consommée par ces groupes froids compromet la possibilité d'opérer une connexion manuelle ultérieure sur un groupe électrogène de secours en cas de besoin. En conséquence, l'IRSN observe que les groupes DEG ne peuvent être valorisés dans les études thermiques issues du référentiel « grands chauds ». EDF doit donc reconsidérer les températures qui pourraient être atteintes dans

le bâtiment réacteur pour les séquences accidentelles ne sollicitant pas le système d'aspersion de l'enceinte de confinement et s'assurer du bon fonctionnement des matériels importants pour la sûreté dans ces conditions.

O 4. L'IRSN observe que les spécifications techniques d'exploitation modifiées par le dossier EDF ont été établies sur la base d'études thermiques réalisées à partir d'un code de calcul non qualifié, de données d'entrée qui n'ont pas fait l'objet d'une vérification de conformité initiale systématique par essais de qualification, sans tenir compte des particularités des tranches paires et en valorisant certains équipements, tels que les groupes DEG, non fonctionnels dans certaines situations accidentelles. Ceci amène l'IRSN à formuler une réserve générale sur le bien fondé de ces STE.

O 5. En situation accidentelle de rupture d'un tube de générateur de vapeur cumulée avec une soupape de sûreté bloquée ouverte, les opérateurs de conduite doivent ouvrir la vanne RRA 012 VP pour refroidir et dépressuriser et circuit primaire et ainsi limiter les rejets radioactifs dans l'environnement. Dans le cas contraire, seule la décroissance de la puissance résiduelle du réacteur permettra de rallier l'état sûr. En cas de défaillance de cette vanne, plus la température de l'eau de la source froide (rivière ou mer) est élevée, plus le délai avant l'annulation de la fuite sera long, ce qui pourrait conduire, en sus, à la vidange complète de la bache d'alimentation des circuits d'injection de sécurité et à un risque de dénoyage du cœur.

L'IRSN observe que le fait que la vanne RRA 012 VP soit le seul équipement permettant de régler le débit traversant les échangeurs de chaleur RRA est une non-conformité à la règle fondamentale de sûreté [2] stipulant qu'un système permettant de rallier l'état sûr dans une condition de fonctionnement accidentelle du domaine de dimensionnement reste fonctionnel en cas de défaillance d'un de ses composants.

En conséquence, EDF doit corriger cet écart de conformité.

O 6. L'IRSN observe que les composants permettant de manoeuvrer la vanne RRA 012 VP ne sont pas qualifiés à l'ambiance accidentelle. EDF doit corriger cet écart de conformité.

O 7. En cas de débordement en eau d'un générateur de vapeur suite à la rupture accidentelle d'un de ses tubes, l'IRSN estime qu'un phénomène dynamique de type « marteau d'eau » provoqué par le débordement accidentel d'un générateur de vapeur est susceptible de conduire à l'ouverture et au blocage d'une soupape de sûreté même en cas de bon fonctionnement de la vanne réglante GCTa.

A contrario, si l'on considère comme EDF que le blocage en position ouverte d'une soupape de sûreté du GV affecté par une rupture de tube implique nécessairement le blocage en position fermée de la vanne GCTa, alors cette défaillance n'est pas indépendante de l'événement qui a initié la perte d'intégrité du circuit secondaire suite au débordement en eau du GV accidenté. Elle est un élément constitutif de l'initiateur et doit à ce titre être prise en compte. En revanche, elle ne peut pas être retenue en tant

qu'aggravant. Une autre défaillance doit alors être sélectionnée en tant qu'aggravant. En conséquence, l'IRSN observe que, quel que soit le point de vue retenu, EDF doit reprendre l'étude de l'accident de 4^{ème} catégorie correspondant à la rupture d'un tube de générateur de vapeur entraînant l'ouverture et le blocage en position ouverte d'une soupape de sécurité en ne limitant pas le choix de l'aggravant au blocage en position fermée de la vanne GCTa. L'aggravant doit être choisit pour son caractère pénalisant dans l'évaluation des conséquences radiologique de l'accident de RTGV de 4^{ème} catégorie. L'anomalie détectée sur l'erreur de modélisation par le code de calcul CATHARE de la stratification thermique se formant sous le dôme de la cuve lorsque la circulation de l'eau du circuit primaire est assurée en thermosiphon devra avoir été corrigée entre temps.

La reprise d'étude de l'accident de RTGV de 4^{ème} catégorie devra être réalisée sous un délai n'excédant pas deux ans.

- O 8. L'IRSN observe que dans la conception actuellement proposée par EDF des règles de conduite accidentelle, la défaillance d'un capteur de température situé en sortie des échangeurs de la source froide (RRI 081 MT en voie A ou RRI 082 MT en voie B) peut amener les opérateurs à limiter le refroidissement du circuit primaire par le circuit RRA, augmentant ainsi les conséquences radiologiques d'un accident de RTGV de 4^{ème} catégorie et entraînant une surconsommation de l'eau de la bache alimentant les circuit d'injection de sécurité vers le circuit primaire (bache PTR). Chacun de ces capteurs est donc nécessaire à la maîtrise d'un accident de quatrième catégorie. En conséquence, pour corriger cet écart de conformité chacun des capteurs (ainsi que leur chaîne instrumentation) devra être redondé en voie A (RRI 082 MT) et en voie B (RRI 081 MT), bénéficier d'une séparation physique de voies dans le bâtiment électrique et être classé sismique.
- O 9. L'IRSN observe que deux voies de refroidissement SEC/RRI sont requises disponibles en permanence par les STE, sauf lorsque le réacteur est complètement déchargé (domaine d'exploitation RCD) où une seule voie est requise. L'intervention de fiabilisation des chaînes d'instrumentation RRI 081 MT et RRI 082 MT doit donc être effectuée en RCD.
- O 10. L'IRSN observe que les justifications associées au « DA grands chauds » déclaré par EDF n'étudient pas les conséquences de scénarios accidentels conduisant, à moyen terme, à assurer à la fois, par une même voie du circuit RRI, le refroidissement du circuit primaire et le refroidissement des puisards de l'enceinte de confinement. Un premier calcul réalisé avec le simulateur « SOPHIA » de l'IRSN montre que la température en sortie des échangeurs de la source froide de la voie RRI ainsi chargée thermiquement, suite à une rupture de tuyauterie vapeur à l'intérieur de l'enceinte, pourrait durablement dépasser 50° C sans toutefois excéder 55 °C. Or, le référentiel « grands chauds » actuel considère que la température maximale en sortie des échangeurs de la source froide admissible d'une voie RRI lignée sur une voie RRA est de 42° C. EDF doit donc étudier ces scénarios

et en tirer les conclusions qui s'imposent quant aux éventuels réexamens des températures admissibles par les matériels, de la limite admissible d'encrassement des échangeurs SEC/RRI et des règles de conduite incidentelle et accidentelle.

- O 11. L'IRSN observe que la note de calcul permettant d'établir le critère d'encrassement maximal des échangeurs de la source froide ne figure pas dans le dossier d'EDF. Or, plusieurs hypothèses telles que la température de l'eau des puisards de l'enceinte au passage en recirculation, les températures maximales admissibles par les utilisateurs du circuit RRI ou le coefficient d'échange des échangeurs du circuit d'aspersion de l'enceinte sont remises en cause par le référentiel « grands chauds » et par la caractérisation d'un écart de conformité récemment déclaré par EDF. L'IRSN rappelle que le critère d'encrassement maximal des échangeurs de la source froide est un critère des règles générales d'exploitation. Il convient donc qu'EDF déclare à l'ASN le nouveau critère et transmette dans ce cadre les justifications associées.