

Fontenay-aux-Roses, le 31 janvier 2012

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

Avis IRSN N° 2012-00033

Objet : EDF - REP
Palier CPY - 900 MWe

Modification matérielle associée au rerackage des piscines de refroidissement du combustible.

Réf. : 1. Lettre ASN CODEP-DCN-2011-015140 du 15 mars 2011.

A la demande de l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) [1], l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) a examiné la modification déclarée par EDF au titre de l'article 26 du décret n° 2007-1557 du 2 novembre 2007, relative au rerackage des piscines de refroidissement du combustible des réacteurs de 900 MWe du palier CPY. Le dossier transmis initialement par EDF en octobre 2010 a été jugé non recevable par l'ASN en raison de l'absence de pièces nécessaires à son instruction. A ce titre, l'instruction de l'IRSN porte sur le dossier complété par EDF en février 2011.

Les piscines de refroidissement du combustible des réacteurs de 900 MWe tendent à atteindre leur limite de capacité, du fait d'une part de l'augmentation nécessaire des délais d'entreposage des assemblages combustible (AC) usés avant leur envoi vers les installations de retraitement de La Hague, d'autre part de leurs capacités de retraitement. La modification déclarée par EDF vise donc à accroître la capacité d'entreposage des piscines par le remplacement des râteliers de stockage du combustible usé (RSCU). Les nouveaux RSCU permettront d'entreposer environ 800 assemblages par piscine contre 382 actuellement.

Cette modification comprend plusieurs volets :

- Le remplacement des râteliers de stockage du combustible usé des sites de Tricastin, Cruas, Dampierre et Le Blayais (fournisseur A),
- Le remplacement des râteliers de stockage du combustible usé des sites de Gravelines, Chinon B et Saint-Laurent B (fournisseur B),
- Les modifications du Pont Passerelle,

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

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

- Les modifications du génie-civil - Renforcement du supportage de la piscine BK par poteaux métalliques,
- Les modifications du génie-civil - Mise en place d'une isolation thermique des voiles de la piscine BK.

La limite de la puissance thermique maximale stockée en piscine n'est pas modifiée. La densification du nouvel entreposage conduit notamment d'une part à accroître considérablement la masse supportée par le génie civil de la piscine d'entreposage, d'autre part à utiliser, pour les modules des râteliers de stockage, un matériau neutrophage visant à compenser, à l'égard des risques de criticité, la diminution des espaces entre assemblages.

Par ailleurs, durant les travaux, des assemblages resteront stockés en piscine, dans la fosse de chargement mitoyenne à la zone d'entreposage. A cet égard, une modification temporaire des spécifications techniques d'exploitation (STE) est nécessaire aux interventions.

L'IRSN a examiné la modification, essentiellement sous les aspects suivants :

- le refroidissement des assemblages combustible en piscine de refroidissement,
- le risque de criticité,
- la tenue du génie civil et de la piscine pendant et après la modification sous chargement normal et sismique, ainsi que pendant la phase transitoire de travaux durant laquelle des assemblages sont entreposés en fosse de chargement,
- la gestion des déchets issus du démantèlement des RSCU actuels,
- les travaux de manutention pendant les travaux.

Au terme de son analyse, l'IRSN considère que les éléments transmis par EDF en appui à sa déclaration et durant l'instruction ne lui permettent pas de considérer que les risques liés à l'implantation de cette modification sont maîtrisés de manière satisfaisante. En particulier, et indépendamment de l'objectif visé d'accroissement significatif des capacités d'entreposage, l'IRSN considère que le bien-fondé de la conception proposée ne peut être validé, de nombreuses justifications étant manquantes, incomplètes ou entachées d'incertitudes. De même, certaines hypothèses retenues par EDF ne sont pas justifiées en l'état actuel des études. Enfin, certaines situations incidentelles ou accidentelles n'ont pas été considérées par EDF. L'IRSN estime que leur prise en compte pourrait conduire à des évolutions de conception importantes.

Les principales conclusions et observations issues de l'analyse de l'IRSN sont présentées ci-après.

Refroidissement des assemblages combustibles en piscine de refroidissement

Trois situations de refroidissement représentatives ont été étudiées par EDF : le fonctionnement normal, la situation accidentelle hors dimensionnement de perte totale du refroidissement et la

reprise du refroidissement après remise en service du circuit de réfrigération. Les calculs ont été réalisés avec des codes de calcul thermohydraulique tridimensionnel.

L'analyse de l'IRSN a porté, dans les situations de perte totale du refroidissement de l'eau de la piscine de stockage, d'une part sur la problématique de l'aspiration de vapeur dans le circuit de réfrigération, d'autre part sur le risque d'ébullition dans les assemblages.

La modélisation de la géométrie des râteliers utilisée dans les calculs thermohydrauliques conditionne la précision des résultats des calculs. A cet égard, l'IRSN estime qu'une représentation plus précise est nécessaire afin de représenter correctement les phénomènes locaux ainsi que la thermohydraulique globale de la piscine. Ce point fait l'objet de l'observation 1.1.

L'écoulement dans la piscine résultent d'un équilibre entre le terme moteur (effets de densité dus à l'évacuation de la puissance des assemblages dans l'eau) et le terme résistant induit par les pertes de charges, aussi les choix relatifs au traitement des pertes de charge sont déterminants. A cet égard, l'IRSN relève les points suivants dans les dossiers transmis.

- Dans la modélisation adoptée pour les râteliers du fournisseur A, l'incertitude sur la détermination des coefficients de pertes de charge pour représenter l'influence des pieds des râteliers sur l'écoulement n'est pas évaluée et n'est donc pas prise en compte dans les corrélations établies. Ce point fait l'objet de l'observation 1.2.
- Les évaluations des pertes de charge en pieds des râteliers sont entachées d'importantes incertitudes, compte tenu des choix de modélisation simplifiés retenus par EDF. Ce point fait l'objet de l'observation 1.3.
- Les coefficients de pertes de charge singulières imposés pour modéliser la présence de l'assemblage dans l'alvéole sont déterminés expérimentalement en considérant un nombre de Reynolds non représentatif de l'écoulement dans les alvéoles de la piscine. Ce point fait l'objet de l'observation 1.4.

La répartition dans les alvéoles des 157 assemblages d'un cœur récemment déchargé, représentant plus de 90 % de la puissance stockée, est également un paramètre dominant qui doit être choisi de façon pénalisante. L'IRSN constate que la position de la zone pénalisante n'est pas identique entre les deux modélisations et estime que le caractère pénalisant des zones retenues n'est pas établi.

De plus, l'IRSN estime que le caractère pénalisant de la configuration consistant à placer l'ensemble des 157 assemblages dans une zone contiguë n'est pas démontré. En effet, il est théoriquement envisageable de rencontrer des configurations telles qu'une partie des assemblages chauds ne subisse pas l'influence bénéfique de la boucle de convection formée au-dessus des râteliers ou, du fait des contraintes d'exploitation par exemple, de rencontrer des configurations telles que la plupart des assemblages « chauds » soient regroupés mais que quelques-uns soient positionnés dans d'autres zones de la piscine. Ces deux situations pourraient créer des points chauds locaux.

Enfin, l'IRSN attire l'attention sur le fait que la zone pénalisante déterminée dans la simulation de perte totale du refroidissement de la piscine est utilisée pour le scénario de reprise du

refroidissement. Or, l'IRSN estime que ce choix n'est pas nécessairement pénalisant pour le transitoire de reprise du refroidissement, compte tenu que la baisse de débit observée dans certaines alvéoles, au moment de la reprise du refroidissement, est un effet local.

Ces points relatifs à la détermination de la zone de stockage pénalisante des 157 assemblages font l'objet de l'observation 1.5.

EDF a choisi une approche monophasique, avec évacuation de l'énergie tout le long de la surface libre et un niveau d'eau constant dans la piscine, en arguant le caractère conservatif de cette hypothèse. Or, l'IRSN considère que les phénomènes physiques prépondérants dans les situations accidentelles sont de nature diphasique : en cas de perte du système de refroidissement, l'eau liquide n'est presque pas refroidie en surface, mais le long de la colonne d'eau montante par ébullition. En outre, EDF considère, du fait de l'approche monophasique, un niveau d'eau constant dans la piscine alors que celui-ci baisse progressivement du fait de l'évacuation de la vapeur produite par ébullition.

Par ailleurs, dans la continuité du point précédent, en cas de remise en service du système de refroidissement, l'IRSN note que le taux de vide en sortie des alvéoles est très important pour ce transitoire. De plus, l'efficacité de la recondensation au-dessus des râteliers est potentiellement faible et la présence de vapeur au niveau de l'aspiration du système de refroidissement ne peut être exclue.

Compte tenu de ces éléments, qui mettent en lumière l'importance de la prise en compte de la formation de vapeur, l'IRSN considère que ces choix d'approche monophasique entraînent la mise en jeu de phénomènes différents de ceux se produisant dans le cas réel. Ce point fait l'objet de l'observation 1.6.

Par ailleurs, EDF n'a pas pris en compte les situations accidentelles de vidange de la piscine de désactivation conduisant à une perte totale de refroidissement et à un inventaire en eau réduit. L'IRSN a pour sa part identifié des scénarios dans lesquels l'ébullition de l'eau de la piscine est inévitable dans ces situations. L'IRSN considère que les études réalisées par EDF sur la présence ou non d'ébullition dans les alvéoles ne couvrent que la configuration où le niveau de la piscine est maximal sans prise en compte d'appoint. Ce point fait l'objet de l'observation 1.7.

Enfin, le dossier de validation des outils de calcul utilisés pour les études liées au refroidissement des assemblages combustibles en piscine est insuffisant et doit être complété. Ce point fait l'objet de l'observation 1.8.

Compte tenu de ce qui précède, l'IRSN ne peut pas partager les conclusions d'EDF, ni sur le bon refroidissement des assemblages dans la piscine, au cours des transitoires accidentels envisagés, ni sur l'absence d'aspiration de vapeur dans le circuit de réfrigération de la piscine lors de la remise en service de celui-ci.

La pertinence des choix de modélisation thermohydraulique retenus n'étant donc pas acquise, l'IRSN considère que la sûreté du refroidissement des combustibles dans les nouveaux râteliers n'est pas démontrée.

Risques liés à la criticité des assemblages

Les nouveaux RSCU présentent un espacement réduit entre les alvéoles. La prévention du risque de criticité sera assurée par des plaques en acier inoxydable boré insérées dans les alvéoles et en conservant une lame d'eau borée d'épaisseur réduite entre alvéoles.

Les situations étudiées par EDF sont :

- les conditions normales d'exploitation, piscine remplie d'eau borée à la teneur minimale prescrite par les STE ;
- les trois situations accidentelles suivantes :
 - la piscine remplie d'eau claire (non borée),
 - un AC couché sur le haut du RSCU, piscine remplie d'eau borée (concentration minimale requise),
 - un AC intègre placé en position verticale entre le RSCU et le mur de la piscine, piscine remplie d'eau borée (concentration minimale requise).

EDF considère dans ses calculs que les assemblages comportent au maximum 264 crayons avec un nombre de crayons manquants pouvant au maximum être égal à 10.

L'IRSN note tout d'abord la limite retenue comme hypothèse de 10 crayons manquants par assemblage dans les calculs. En effet, lors de l'instruction de la sûreté du stockage des combustibles dans les piscines de désactivation en vue de la réunion du groupe permanent « réacteurs » de novembre 2002, il avait été mis en évidence que, suite à des opérations de réparation des assemblages, EDF pouvait être amené à entreposer des assemblages combustibles comportant plus de 10 crayons manquants. L'IRSN note que l'existence de tels assemblages questionne le dimensionnement du nouveau RSCU dans le scénario « piscine remplie d'eau claire ». Ce point fait l'objet de l'observation 2.1.

Par ailleurs, l'IRSN remarque que le caractère enveloppe des milieux fissiles retenus dans les calculs par rapport à l'ensemble des couples (teneur massique en plutonium, isotopie du plutonium) pouvant être mis en œuvre pour les combustibles MOX n'est pas démontré. Ce point fait l'objet de l'observation 2.2.

En outre, l'IRSN rappelle que les crayons retirés des assemblages peuvent être placés dans des carquois. L'IRSN note que la donnée d'entrée relative à la présence de 20 emplacements de crayons par carquois est une hypothèse importante de la démonstration et qu'à la connaissance de l'IRSN, elle ne fait l'objet d'aucune exigence de la part d'EDF. Ce point fait l'objet de l'observation 2.3.

Enfin, dans l'état actuel des études, l'IRSN n'est pas en mesure de se prononcer sur la validité de certaines hypothèses. Ce point fait l'objet des observations 2.4 et 2.5.

En conclusion, la prévention du risque de criticité des matières fissiles susceptibles d'être entreposées n'est à ce jour pas complètement démontrée au regard des imprécisions relevées par l'IRSN.

Tenue du génie civil de la piscine de refroidissement et de la fosse de chargement sous chargement normal et sismique

Compte tenu d'une part de l'augmentation du nombre d'assemblages combustibles en piscine de refroidissement et des modifications de conception du râtelier, la tenue du génie civil sous chargement normal et sismique ainsi que du râtelier sous chargement sismique a été étudiée par EDF.

L'IRSN rappelle que, dans le cadre des ECS, EDF s'est engagé à vérifier la tenue des structures de génie civil soutenant la piscine de désactivation, au niveau de séisme à retenir dans le cadre des ECS. A cet égard, l'IRSN considère que les calculs effectués par EDF dans l'augmentation de la capacité d'entreposage devront également être revus, ce qui pourrait aboutir à des évolutions de conception ou des renforcements supplémentaires.

Concernant le chargement sismique, l'IRSN rappelle la principale caractéristique du nouveau RSCU qui est d'être, contrairement au RSCU actuel maintenu par des vérins, simplement posé sur le fond de la piscine préalablement recouvert d'une plaque en inox et libre de glisser et de se soulever sous sollicitations sismiques. L'IRSN estime que ces mouvements pourraient générer un risque de dégradation du RSCU ou de la peau d'étanchéité par le contact, en particulier le frottement, entre les deux surfaces en inox.

Concernant la démonstration de l'absence de nocivité de ce contact, l'IRSN note de nombreuses incertitudes concernant à la fois les hypothèses et les calculs. En particulier, l'IRSN note que, concernant les contraintes générées par des sollicitations sismiques, la limite maximale admissible dans les soudures verticales est dépassée. EDF justifie ce dépassement par sa faible amplitude (environ 10 %) et son caractère localisé. L'IRSN note à cet égard que les soudures sont considérées dans les calculs comme étant parfaites (épaisseur totale et contrôle complet). Ainsi, la prise en compte d'un coefficient de soudure approprié est susceptible de remettre en cause les conclusions de l'exploitant.

Enfin, les déplacements du RSCU sous sollicitations sismiques procurent une marge apparente faible au regard de la précision que l'on peut attendre de tels calculs. Selon l'IRSN, la démonstration de la tenue des râteliers sous séisme n'est donc pas acquise.

En conséquence, l'IRSN estime que la démonstration du respect des exigences de sûreté concernant les chargements sismiques n'est pas acquise en l'état.

Par ailleurs, l'IRSN note que la plaque en inox prévue de recouvrir le fond de la piscine n'est pas représentée sur les plans de génie civil et n'est pas prise en compte dans les calculs de tenue au séisme.

Risques liés à la gestion des déchets

Les râteliers démantelés sont des déchets de faible et moyenne activité. Selon EDF, leur activité globale « enveloppe » sera de 42,8 GBq par rack ; les radionucléides prépondérants sont le ⁵⁵Fe, le ⁶⁰Co, et le ⁵⁸Co. L'IRSN estime que les caractéristiques radiologiques et physicochimiques des râteliers sont compatibles avec le domaine de fonctionnement de l'installation de traitement des déchets CENTRACO.

Compte tenu de l'activité maximale d'un râtelier, des limites fixées dans les règles générales d'exploitation de l'installation CENTRACO, et des lieux d'entreposage disponibles sur l'installation, l'IRSN estime que le transfert en « flux tendu » prévu par EDF n'est pas incompatible, hors aléa durable de fonctionnement du futur atelier de démantèlement de la voie 3 ou du four de fusion, avec la capacité de réception (traitement et/ou entreposage) de l'installation CENTRACO.

Or, il convient de noter que le four de fusion de l'installation CENTRACO est actuellement à l'arrêt pour une durée indéterminée à la suite de l'accident survenu le 12 septembre 2011 (explosion dans la casemate du four de l'unité fusion). Le redémarrage du four de fusion est notamment soumis à l'autorisation de l'Autorité de sûreté nucléaire sur la base d'un dossier de sûreté particulier, conformément à la décision n° 2011-DC-0242 du 27 septembre 2011. Ce point fait l'objet de l'observation 3.1.

Risques liés aux travaux de manutention

Les risques liés aux manutentions sont liés :

- à la chute d'un assemblage combustible lors de son transfert entre la piscine de refroidissement et la fosse de chargement,
- à la chute d'un module dans la piscine de refroidissement ou dans la fosse de chargement.

Pour ce qui concerne la chute d'un assemblage combustible, les travaux et dispositions prévues ne génèrent pas de risque supplémentaire par rapport aux opérations normales de manutention du combustible.

La chute d'un module dans la piscine de refroidissement en phase finale de chantier aurait en revanche des conséquences plus importantes, notamment par le percement de la peau d'étanchéité de la piscine et ainsi d'une fuite en présence d'assemblages combustibles. A cet égard, l'IRSN considère que l'analyse des risques présentée par EDF n'est pas complète dans la mesure où elle ne permet pas de se prononcer sur les risques générés par l'utilisation du palonnier du pont auxiliaire : une mise à jour de l'étude est nécessaire. Ce point fait l'objet des observations 4.1 à 4.4.

Par ailleurs, l'IRSN considère que les risques de chute d'outillages ou d'autres objets susceptibles d'endommager la piscine pendant les travaux sont des risques classiques ; le rerackage n'entraîne pas de risque accru ou particulier sur ces points. Toutefois, l'IRSN rappelle qu'EDF doit prendre en compte ces risques et mettre en œuvre les parades appropriées tout au long des travaux.

Autres risques

Concernant les travaux de découpe effectués sous eau, nécessaires aux opérations de démontage de l'ancien RSCU, l'IRSN considère que l'argumentaire présenté par EDF concernant le risque de pollution des AC par des particules issues des découpes doit être complété en tenant compte de l'observation 5.1.

EDF a prévu l'installation pérenne d'une plaque de protection entre le fond de la piscine et les pieds des modules, destinée à protéger la peau d'étanchéité métallique (et ses soudures) de la piscine. L'IRSN considère que la mise en place de cette plaque rend inaccessible la peau d'étanchéité en fond de piscine et difficiles les inspections et, le cas échéant, les réparations. Ce point fait l'objet de l'observation 5.2.

Règles Générales d'Exploitation

Pendant les travaux, les assemblages combustibles seront entreposés dans la fosse de chargement de la piscine combustible. A cet égard, EDF demande une modification temporaire des STE relative à la surveillance de la température de l'eau de la piscine combustible. L'IRSN estime que les dispositions présentées dans cette modification temporaire générique des STE du palier CPY sont globalement acceptables mais qu'elles nécessitent d'être complétées par les points évoqués dans les observations 6.1 à 6.3.

Enfin, l'IRSN considère que le dossier présenté n'identifie pas certaines évolutions nécessaires des RGE. Ce point fait l'objet des observations 7.1 et 7.2.

En conclusion, au regard des justifications et des compléments restant à produire de la part d'EDF, l'IRSN n'est pas en mesure de se prononcer sur la sûreté de la modification d'entreposage du combustible en piscine de refroidissement envisagée par EDF pour les réacteurs du palier 900 MWe - CPY.

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

P. QUENTIN

Observations

1 Risque lié au refroidissement des assemblages combustibles

- 1.1 L'IRSN estime que la modélisation adoptée pour les râteliers du fournisseur B n'est pas assez précise pour pouvoir représenter correctement les phénomènes locaux ainsi que la thermohydraulique globale de la piscine, notamment à l'égard des risques d'ébullition dans les alvéoles et d'aspiration de vapeur dans les lignes de refroidissement d'eau de la piscine.
- 1.2 Concernant la modélisation utilisée par le fournisseur A, l'IRSN note que l'incertitude sur la détermination de ces coefficients de pertes de charge n'est pas évaluée et donc non prise en compte dans la corrélation établie. Par ailleurs, si la précision de prédiction de la perte de charge dépend fortement de la finesse du maillage retenu dans la modélisation utilisée pour le calcul thermohydraulique, l'IRSN souligne que la convergence en maillage pour des nombres de Reynolds faibles n'est pas établie.
- 1.3 Compte tenu des réserves formulées au sujet des choix de modélisation simplifiés retenus par EDF, l'IRSN considère que les évaluations des pertes de charge sont entachées d'importantes incertitudes. Dans la mesure où les pertes de charge font partie des paramètres dominants du problème étudié, une évaluation de l'impact de ces incertitudes sur les paramètres d'intérêt (débit et température, notamment à la sortie des alvéoles et au niveau de l'aspiration du circuit de refroidissement de la piscine, en situation de fonctionnement normal et accidentel) est nécessaire.
- 1.4 L'IRSN émet des réserves quant à la validité de l'utilisation des valeurs déterminées à haut nombre de Reynolds dans le cas des calculs thermohydrauliques de la piscine BK. Une estimation de l'impact des pertes de charge dans les assemblages, évaluées pour des écoulements représentatifs de ceux mis en jeu en piscine BK, sur les paramètres d'intérêt est nécessaire.
- 1.5 L'IRSN estime que le caractère pénalisant du choix, dans les études présentées, de la zone contenant les 157 assemblages récemment déchargés et dissipant plus de 90 % de la puissance de la piscine n'est pas démontré vis-à-vis des différents scénarios envisagés et des différentes problématiques d'intérêt.
- 1.6 L'IRSN estime que les choix de modélisation monophasique peuvent entraîner une évaluation erronée des gradients de température dans la piscine et de la cote d'apparition de la vapeur.
- 1.7 L'IRSN considère que les études réalisées par EDF sur la présence ou non d'ébullition dans les alvéoles ne couvrent que la configuration « niveau piscine maximal » sans prise en compte d'appoint. En conclusion, l'étude des situations ci-dessous est nécessaire :
 - a. les conséquences des situations de perte du circuit de refroidissement (PTR) avec des niveaux d'eau dans la piscine compris entre 12,15 m et 19,5 m, avec ou sans prise en compte d'un appoint,
 - b. les conséquences des situations de remise en service du circuit PTR avec des niveaux d'eau dans la piscine compris entre le niveau minimal demandé dans la Conduite Incidentelle et Accidentelle de la piscine (CIA BK) pour redémarrer une file PTR et le niveau maximal d'eau

dans la piscine. L'IRSN rappelle que la valeur de ce niveau minimal fait actuellement l'objet d'une instruction dans le cadre de l'analyse de la conduite CIA BK.

- 1.8 Le dossier de validation des codes de calcul utilisés pour les études thermohydrauliques est, pour l'IRSN, incomplets et devraient comprendre notamment les éléments complémentaires suivants :
- identification des phénomènes physiques prépondérants (à la manière d'un PIRT - *Phenomena Identification and Ranking Technique*) ;
 - vérification de la capacité du code à simuler correctement ces phénomènes, à l'aide de comparaisons à des expériences à effet séparé puis à des expériences intégrales ;
 - explicitation de la cohérence des choix de modélisation entre les cas de validation à effet séparé, les cas de validation et le cas d'application ;
 - traitement de la transposition des cas de validation aux cas d'application ;
 - évaluation des incertitudes associées.

2 Risque lié à la criticité

- 2.1 Le dossier d'EDF ne présente pas les dispositions d'exploitation permettant d'exclure la présence d'assemblages combustibles avec plus de 10 crayons manquants.
- 2.2 Le caractère enveloppe des milieux fissiles retenus dans les calculs par rapport à l'ensemble des couples (teneur massique en plutonium, isotopie du plutonium) pouvant être mis en œuvre pour les combustibles MOX apparaît insuffisant. En particulier, l'IRSN considère que la seule comparaison des valeurs de k_{inf}^1 présentée par EDF n'est pas pertinente et que la démonstration devra être basée sur des valeurs de k_{eff}^1 ou de Laplacien matière² (B^2_m).
- 2.3 L'IRSN considère que l'hypothèse retenue par EDF selon laquelle les carquois contenant les crayons retirés des assemblages ne peuvent contenir plus de 20 crayons doit être confirmée et que cette donnée doit être intégrée au référentiel de sûreté.
- 2.4 L'IRSN constate une incohérence entre l'hypothèse d'EDF concernant l'intégrité d'un assemblage ayant chuté sur ou le long de l'entreposage, et celle retenue pour la configuration de l'assemblage chuté isolé.
- 2.5 L'IRSN n'est pas en mesure de se prononcer sur le risque de criticité dans la situation pénalisante correspondant à une piscine en ébullition suite à une vidange, cette modélisation thermohydraulique n'étant pas présentée dans le dossier d'EDF et les arguments complémentaires transmis par EDF n'étant que qualitatifs.

¹ k_{eff} / k_{inf} :

k_{eff} (coefficient de multiplication effectif) : dans un milieu combustible fini, le k_{eff} correspond, dans un bilan neutronique, au rapport [production de neutrons / (fuite + absorption)], également équivalent au rapport [nb de neutrons produits à la génération N / nb de neutrons produit à la génération N-1].

Si $k_{eff} < 1$, le milieu est sous-critique ; si $k_{eff} = 1$, le milieu est critique ; si $k_{eff} > 1$, le milieu est sur-critique.

k_{inf} (facteur de multiplication infini) : le k_{inf} est utilisé pour un milieu infini caractérisé par une absence de fuite des neutrons (tous les neutrons émis sont absorbés par le combustible).

² Laplacien matière (B^2_m) : ce paramètre définit la capacité de la matière à régénérer les neutrons.

3 Gestion des déchets

3.1 Les dispositions présentées dans le dossier permettant d'assurer le traitement des râteliers démantelés sont à réviser, compte tenu de l'accident survenu sur le four de fusion de CENTRACO.

4 Risque lié aux travaux de manutention

4.1 L'analyse des modes de défaillance, de leurs effets et de leur criticité (AMDEC) présentée par EDF concernant les moyens de manutention ne prend pas en compte les risques liés aux pertes d'alimentations électriques, aux courts-circuits électriques, aux erreurs humaines lors des opérations, notamment en phase d'approche basse.

4.2 L'IRSN estime que les mesures compensatoires présentées dans le dossier, permettant de considérer les situations accidentelles suivantes comme « non critiques » :

- collision lors du déplacement d'un module sous eau,
- choc du module lors de l'approche de sa position finale,

ne sont pas suffisantes.

4.3 L'IRSN estime que le caractère « non critique » des situations accidentelles qui présentent une cotation de gravité « les plus catastrophiques » n'est pas justifié. Pour les situations qui ne peuvent pas être écartées par la démonstration de leur caractère physiquement « impossible », l'IRSN estime qu'une quantification de leur probabilité d'occurrence accompagnée des incertitudes associées est nécessaire. Cette quantification doit prendre en considération les éléments des études de fiabilité intrinsèque du palonnier ainsi que les éventuelles dépendances fonctionnelles entre les mesures compensatoires identifiées.

4.4 A défaut d'une démonstration satisfaisante concernant les points ci-avant, l'IRSN considère que la mise en place des nouveaux râteliers en présence d'assemblages stockés en piscine ne peut être envisagée.

5 Autres risques

5.1 L'IRSN considère que les travaux de découpe sous eau peuvent générer des risques de pollution des AC mais également du circuit de refroidissement des piscine (PTR), notamment de la bache PTR par des copeaux qui seraient entraînés par l'aspiration PTR puis atteindraient la bache lors d'une opération de brassage de celle-ci pendant l'exploitation.

5.2 Les dispositions permettant de garantir la pérennité de l'étanchéité du fond de la piscine compte tenu de la mise en place de la plaque de protection en acier ne sont pas présentées dans le dossier d'EDF.

6 Modification temporaire des RGE relative au suivi de la température de l'eau de la piscine de refroidissement du combustible pendant les travaux

6.1 L'IRSN considère qu'EDF devra réaliser un suivi régulier de la température de l'eau dans la fosse de chargement pendant les travaux.

6.2 L'IRSN considère qu'EDF devra mettre en place une sonde de température dans la fosse de chargement sur toutes les tranches pendant les travaux et justifier que cette sonde permet

d'estimer le gradient d'échauffement de l'eau de la fosse de chargement en situation accidentelle de vidange de la piscine conduisant à une perte de refroidissement.

- 6.3 L'IRSN considère qu'EDF devra préciser, en préalable aux travaux, la durée prévisionnelle d'entreposage du combustible dans la fosse de chargement.

7 Mise à jour des RGE

- 7.1 L'IRSN considère que les dispositions permettant d'exclure la présence d'assemblages combustibles avec plus de 10 crayons manquants pourraient nécessiter une modification du chapitre III des RGE, relatif aux Spécifications Techniques d'Exploitation.
- 7.2 L'IRSN considère qu'une analyse des risques liés au vieillissement de l'acier inoxydable boré et la mise en place d'un programme de surveillance de cet équipement sont nécessaires. Ce point pourrait constituer une modification du chapitre IX des RGE.