

Fontenay-aux-Roses, le 27 juillet 2012

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

Avis/IRSN N° 2012-00353

Objet : Instruction du référentiel « grands chauds » EDF du palier CPY

Réf. Saisine CODEP-DCN-2011-014013 du 7 mars 2011

Conformément à la saisine en référence de l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN), l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) a analysé les réponses d'EDF aux demandes formulées par l'ASN en 2007 et 2009 dans le cadre de l'instruction sur le référentiel « grands chauds » des réacteurs du palier CPY.

1 CONTEXTE ET CONTOUR DE L'ANALYSE

Suite à l'épisode caniculaire de l'été 2003, EDF a élaboré en 2006 un référentiel « grands chauds » proposant une démarche pour réévaluer la protection des réacteurs de 900 MWe du palier CPY vis-à-vis de températures élevées de l'air et de l'eau de la source froide en période caniculaire.

La démarche consiste à vérifier :

- pour les températures élevées de l'air, que les conditions de température dans les locaux sont compatibles avec la disponibilité des équipements participant aux fonctions de sûreté ;
- pour les températures élevées de l'eau de la source froide, que la capacité de refroidissement des circuits et équipements participant aux fonctions de sûreté reste assurée.

Cette vérification est menée en considérant deux types de températures extérieures de l'air et de l'eau : des températures élevées permanentes (études dites « en redimensionnement ») et des températures exceptionnelles sur des durées limitées (études dites « en agression canicule »). Ces études sont menées pour un nombre limité de scénarios présentant selon EDF un caractère enveloppe. L'IRSN a examiné en 2007-2008 la démarche générale présentée dans ce référentiel « grands chauds » puis, en 2008, certaines notes d'études relatives à l'application de celle-ci. L'IRSN a estimé que la démarche était globalement satisfaisante et que son application devrait conduire à une amélioration de la sûreté des réacteurs en situation de températures extérieures élevées.

L'examen de l'IRSN a néanmoins mis en évidence le besoin de justifications sur les règles et hypothèses d'études pour mener les études thermiques, sur les scénarios retenus pour mener ces études, ainsi que sur la vérification de la tenue en température des équipements. Ceci a conduit l'ASN

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

à demander à EDF des compléments d'étude sur ces trois aspects. En 2011, l'ASN a sollicité le présent avis de l'IRSN sur les réponses d'EDF à ses demandes.

2 REGLES ET HYPOTHESES POUR LES ETUDES THERMIQUES

2.1 PRISE EN COMPTE DE L'INCERTITUDE SUR LA PUISSANCE RESIDUELLE DANS LES SCENARIOS DU « LOT EAU » EN AGRESSION CANICULE

L'objectif des études thermiques des scénarios du lot « eau » est de s'assurer de la capacité de refroidissement des échangeurs du circuit de refroidissement intermédiaire (RRI) en contact avec la source froide (circuit d'eau brute secouru : SEC).

Pour mener ces études en situation d'agression canicule, EDF a utilisé des règles d'études différentes des règles usuellement retenues pour le dimensionnement. Sur ce point, l'ASN avait demandé en 2009 qu'EDF utilise des hypothèses cohérentes avec celles utilisées dans le cadre des études du rapport de sûreté relatives au domaine complémentaire¹. En particulier, afin de prendre une marge supplémentaire pour la charge thermique, l'ASN avait demandé qu'EDF prenne en compte, dans les études « grands chauds », une incertitude de deux écarts-types (2σ) sur la puissance résiduelle du cœur. En réponse à cette demande, EDF a présenté des études démontrant que l'incertitude de 2σ avait un impact limité sur les résultats des études thermiques des échangeurs RRI/SEC. Ces études n'appellent pas de remarque particulière de la part de l'IRSN, hormis pour les situations de repli normal de site relatives aux sites de Chinon et Dampierre où l'IRSN relève que la température maximale en sortie du RRI au niveau de l'échangeur RRI/SEC, égale à 42,5°C, est supérieure à la valeur retenue dans le référentiel « grands chauds » (42°C). Sur ce point, l'IRSN considère que la valeur de 42,5°C devra être prise en compte lors de la déclinaison du référentiel « grands chauds » pour ces deux sites. Ce point fait l'objet d'une observation en annexe.

2.2 MATERIELS CONSIDERES A L'ARRET DANS LES CALCULS THERMIQUES

Afin de réduire les apports calorifiques considérés dans les calculs thermiques, EDF valorise l'arrêt de certains matériels qu'il juge non nécessaires, ou considère que certains matériels peuvent être « délestés » (au sens où ils peuvent ne plus être refroidis par le circuit RRI, allégeant ainsi les contraintes sur ce circuit).

Pour garantir qu'en pratique ces matériels seront effectivement arrêtés et délestés, EDF prévoit d'intégrer des dispositions particulières dans ses documents d'exploitation. L'IRSN considère l'engagement d'EDF satisfaisant sur le principe. Toutefois, l'IRSN estime qu'EDF devra présenter à l'ASN une synthèse des évolutions apportées dans les documents d'exploitation et justifier l'exhaustivité et la cohérence de celles-ci au regard des études thermiques. Ce point fait l'objet d'une observation en annexe.

¹ Un domaine de fonctionnement complémentaire a été établi pour les réacteurs de 900 MWe afin de définir des parades à mettre en œuvre pour faire face à des défaillances ou des situations non étudiées à la conception.

2.3 IMPACT SUR LES CALCULS THERMIQUES DES DIFFERENCES DE CONFIGURATION ENTRE LES TRANCHES PAIRES ET IMPAIRES

Les centrales du palier CPY sont équipées de tranches nucléaires jumelées deux à deux avec une tranche dite « paire » et une tranche dite « impaire ». EDF a réalisé, pour la tranche impaire, des études « thermiques » pour tous les scénarios du référentiel « grands chauds » et a réalisé, pour la tranche paire, des études thermiques uniquement pour certains scénarios. EDF justifie ce choix en indiquant que les températures ambiantes des locaux de la tranche impaire sont plus élevées que celles des locaux de la tranche paire. L'IRSN a mis en évidence certaines configurations qui contredisent cette affirmation, ce qui le conduit à formuler une recommandation en annexe.

2.4 VALORISATION DE MATERIELS NON IMPORTANTS POUR LA SURETE (NON IPS) DANS LES ETUDES THERMIQUES

Dans les études thermiques en redimensionnement ou en agression canicule, EDF a valorisé des équipements non importants pour la sûreté (équipements non IPS). L'IRSN rappelle que seuls les matériels IPS peuvent être valorisés dans les études des accidents de dimensionnement, ce qui conduit à une recommandation en annexe.

Pour l'agression canicule, ce principe avait conduit l'ASN à demander à EDF de ne pas valoriser des systèmes non IPS dans les calculs thermiques.

L'IRSN note qu'EDF prévoit de définir le classement de ces systèmes dans le cadre plus général de la prise en compte des agressions dans les règles générales d'exploitation. Dans l'attente de l'aboutissement de cette démarche, EDF a indiqué qu'il proposera au plus tard à l'été 2014 des dispositions permettant de s'assurer de la disponibilité en agression canicule des fonctions concernées. Cette proposition est acceptable, mais son délai de mise en œuvre fait l'objet d'une observation en annexe.

2.5 ACCIDENT DE MANUTENTION COMBUSTIBLE

En cas d'accident de manutention combustible, la ventilation du hall de manutention par le système de ventilation du bâtiment combustible (DVK) en configuration normale est arrêtée. Sur ce point, l'IRSN relève qu'un arrêt trop long (au-delà de 24 heures après le début de l'accident) de la ventilation DVK, en configuration normale, peut induire une augmentation de la température ambiante du hall combustible et donc un dépassement de la température admissible de certains matériels s'y trouvant. Pour prendre en compte ce risque, EDF s'est engagé à intégrer, dans sa documentation d'exploitation, des dispositions garantissant la remise en service de la ventilation DVK (en configuration normale) au plus tard 24 heures après le début d'un accident de manutention combustible. L'IRSN considère satisfaisant l'engagement d'EDF.

2.6 APPORTS CALORIFIQUES LIES AUX TUYAUTERIES

Pour évaluer la température ambiante des locaux, EDF prend en compte les apports calorifiques des tuyauteries qui les traversent. Sur ce point, l'ASN avait demandé qu'EDF s'assure du caractère conservatif des apports calorifiques retenus. L'IRSN considère que les justifications apportées par EDF en réponse à l'ASN ne sont pas suffisantes. En effet, le caractère pénalisant de certaines hypothèses

n'est pas démontré (restriction de l'étude à certains scénarios, tuyauteries retenues, valeurs de débit de certains circuits et extension des scénarios au-delà de 24 heures). Ceci conduit à une recommandation en annexe.

3 SCENARIOS

Parmi tous les scénarios du référentiel « grands chauds », certains scénarios particuliers avaient fait l'objet de demandes spécifiques de l'ASN suite aux précédentes analyses de l'IRSN. Il s'agit :

- du scénario de manque de tension externe (MDTE) induit par l'agression canicule,
- du scénario de perte totale des alimentations électriques externes (PTAEE) en agression canicule,
- des scénarios retenus pour les études en redimensionnement de la station de pompage.

3.1 MANQUE DE TENSION EXTERNE (MDTE) INDUIT PAR L'AGRESSION CANICULE

Le référentiel « grands chauds » postule un MDTE sur tous les réacteurs du site pendant six heures en agression canicule (correspondant à un incident fonctionnel sur le réseau). Suite aux précédentes instructions de ce référentiel, l'ASN a demandé à EDF des justifications sur la tenue aux « grands chauds » des matériels participant à l'alimentation électrique externe des sites, notamment les transformateurs, afin de conforter l'hypothèse d'une durée maximale de six heures du MDTE.

Protection des transformateurs

Lors de l'instruction en 2008, l'IRSN a considéré que les transformateurs constituaient des points vulnérables en période de canicule et qu'il était impératif de s'assurer de la mise en œuvre de moyens de refroidissement, sans induire de risque.

A cet égard, concernant les risques liés aux arrosages non maîtrisés des transformateurs, l'IRSN considère que les éléments présentés par EDF ne répondent pas de façon suffisante à la demande de l'ASN sur ce sujet.

Concernant le risque de colmatage des transformateurs et de leurs aéroréfrigérants par les pollens, l'IRSN estime également que les dispositions (matérielles, organisationnelles) prévues par EDF ne couvrent pas suffisamment ce risque. Sur ce point, l'IRSN formule une recommandation en annexe.

Tenue des matériels autres que les transformateurs

En plus des transformateurs, l'ASN a également demandé à EDF d'examiner le comportement des autres matériels (composants sous enveloppe métallique, sectionneurs d'isolement et de mise à la terre et transformateurs de tension et d'intensité) situés sur les plateformes des transformateurs et qui sont à la charge soit d'EDF, soit du réseau de transport d'électricité (RTE). En l'absence d'élément justifiant les dispositions retenues par EDF et RTE pour ces matériels par rapport aux « grands chauds », l'IRSN considère qu'EDF n'a pas répondu à la demande de l'ASN concernant le suivi des températures maximales atteintes sur ces matériels.

3.2 PERTE TOTALE DES ALIMENTATIONS ELECTRIQUES EXTERNES (PTAEE) EN AGRESSION CANICULE

En réponse à la demande de l'ASN d'intégrer aux études le scénario de PTAEE sur un réacteur, en agression canicule, EDF a effectué des calculs complémentaires pour l'îlot nucléaire, pour la station de pompage, pour la salle des machines et pour le Bâtiment des auxiliaires généraux (BAG). L'IRSN considère que les éléments présentés sont satisfaisants dans leur principe. Toutefois, concernant les hypothèses retenues, l'IRSN constate qu'EDF valorise des systèmes non IPS en agression canicule pour l'îlot nucléaire et pour l'îlot conventionnel, ce qui est contraire à la demande de l'ASN sur ce sujet, comme indiqué au paragraphe 2.4.

3.3 SCENARIOS EN REDIMENSIONNEMENT POUR LA STATION DE POMPAGE

En 2009, l'ASN a demandé à EDF de réaliser des calculs spécifiques, pour chaque scénario en redimensionnement, pour la station de pompage. EDF a effectué ces calculs à l'exception du scénario de MDTE. Sur ce point, EDF a répondu qu'il n'était pas nécessaire de réaliser de tels calculs, considérant que le scénario de fonctionnement accidentel avec mise en service de l'EAS –qu'il a étudié– était enveloppe du scénario de MDTE. Sur la base des éléments de justifications apportés par EDF, l'IRSN est en accord avec cette conclusion.

4 TENUE EN TEMPERATURE DES EQUIPEMENTS

4.1 EVALUATION DE LA DISPONIBILITE DES MATERIELS VIS-A-VIS DES TEMPERATURES AMBIANTES DES LOCAUX

Démarche pour évaluer la disponibilité des matériels

La démarche retenue par EDF pour évaluer la disponibilité des matériels vis-à-vis des températures atteintes dans les locaux consiste à comparer la température maximale admissible des matériels et la température ambiante des locaux dans lesquels ils se trouvent. Lorsque la température dans un local dépasse la température admissible de matériels s'y trouvant, une vérification du rôle fonctionnel de ces matériels vis-à-vis de la sûreté est effectuée. Si cette analyse fonctionnelle permet de démontrer qu'un tel matériel n'est, en fait, pas nécessaire pour gérer la situation dans laquelle sa température admissible peut être dépassée, le matériel est considéré comme « dédouané ». Dans le cas contraire, il est nécessaire de procéder à des études complémentaires pour définir une solution de modification ou approfondir l'analyse effectuée.

L'IRSN constate que cette démarche est en régression par rapport à celle présentée initialement par EDF et instruite en 2008, dans la mesure où EDF ne s'assure plus, en redimensionnement, que tous les matériels IPS se trouvent dans des conditions ambiantes acceptables. Toutefois, la réalisation d'analyses fonctionnelles, telles que désormais proposées par EDF, constitue une démarche de démonstration acceptable dans son principe.

Types de matériels dont la disponibilité est vérifiée

L'IRSN note qu'EDF a vérifié uniquement les matériels comportant un composant électrique, ainsi que les motopompes et turbopompes. Selon EDF, les matériels « purement mécaniques » sont peu sensibles aux températures ambiantes envisagées ; à ce titre, ils ne nécessiteraient aucune analyse.

L'IRSN considère cette position non satisfaisante et rappelle à titre d'exemple que l'étanchéité de certains joints, ainsi que le comportement et les caractéristiques de fluides présents au niveau des équipements mécaniques, sont également des éléments à vérifier. De façon générale, les éléments présentés par EDF étant incomplets, l'IRSN formule une recommandation en annexe.

Définition et utilisation de la température maximale admissible des matériels

En redimensionnement, EDF évalue la disponibilité des matériels vis-à-vis des conditions d'ambiance en fonctionnement normal à partir de leur température de disponibilité dite T_d . Cette température est définie par EDF comme la valeur maximale entre les valeurs définies par le constructeur (T_c), par les essais de qualification (T_q) et par les spécifications techniques d'EDF (T_s).

L'IRSN souligne que cette démarche constitue une relaxation par rapport à la démarche de conception des équipements vis-à-vis des températures extérieures. Toutefois, l'IRSN considère qu'elle est acceptable dans le cadre d'une vérification post-conception de la robustesse à des températures réévaluées, sous réserve que certaines précautions soient prises, telles que :

- la valorisation uniquement de matériels IPS (cf. la recommandation sur la « valorisation en redimensionnement de matériels non IPS dans les études thermiques »),
- l'existence de conservatismes dans les calculs thermiques pour évaluer les températures atteintes dans les locaux (cf. le paragraphe 4.2 relatif aux « marges sur la tenue des équipements »),
- la justification de marges entre la température maximale admissible (T_d) des matériels et la température atteinte dans les locaux contenant ces matériels (cf. le paragraphe 4.2 relatif aux « marges sur la tenue des équipements »).

Au vu des éléments présentés par EDF, l'IRSN estime que les modalités de détermination de la température T_d ainsi que la définition de cette température sont acceptables et doivent être appliquées à l'ensemble des matériels.

En agression canicule ou dans les études d'incidents et d'accidents en redimensionnement, EDF prend en compte, dans l'évaluation de la disponibilité des matériels, une température exceptionnelle (T_r) supérieure ou égale à la température T_d et supportable par les matériels pour un fonctionnement limité à quelques centaines d'heures par an et ce, chaque année jusqu'à la fin de vie des tranches concernées. EDF garantit que le fonctionnement jusqu'à la T_r n'impacte que la durée de vie du matériel considéré et non ses performances.

Pour les études en redimensionnement, l'IRSN estime que l'utilisation de la température T_r n'est pas acceptable pour les matériels IPS participant —en cas d'incident ou d'accident— au maintien à l'état sûr du réacteur et dont le fonctionnement doit donc être assuré sur une durée indéfinie. Ce point fait l'objet d'une recommandation en annexe. Cette recommandation pourrait faire l'objet d'une prescription de l'ASN.

Pour les autres situations, cette approche apparaît acceptable dans son principe, dans le cadre de la vérification post-conception de la tenue à des températures réévaluées. Toutefois, l'IRSN estime qu'un fonctionnement de « quelques centaines d'heures » par an à cette température doit être

considéré dans l'évaluation de la durée de vie des matériels. Ce point fait l'objet d'une observation en annexe.

Analyses fonctionnelles réalisées par EDF

L'IRSN considère que la plupart des analyses fonctionnelles présentées par EDF et sur lesquelles il s'appuie pour « dédouaner » des matériels ne sont pas suffisamment étayées pour permettre de conclure que les équipements sur lesquels elles portent peuvent effectivement être dédouanés. Sur ce point, l'IRSN note qu'EDF s'engage à clarifier et détailler d'ici fin 2012 les analyses fonctionnelles.

Matériels « en dépassement » et non « dédouanés » par les analyses fonctionnelles

Certains matériels apparaissent « en dépassement » (température admissible des matériels dépassée) mais ne sont pas « dédouanés » par une analyse fonctionnelle. EDF indique que ces matériels sont soit soumis à une modification, soit laissés en l'état lorsque le dépassement de la température admissible n'a pas d'impact immédiat sur ces matériels.

Matériels faisant l'objet d'une modification : cas des générateurs électriques de secours

Le présent avis, portant sur le référentiel « grands chauds », n'a pas vocation à présenter l'analyse des modifications qui découlent de son application. Toutefois, l'IRSN tient d'ores et déjà à souligner que le dossier d'EDF met en évidence un risque de dépassement de la température maximale admissible de certains auxiliaires des générateurs électriques de secours (diesels), à la fois en redimensionnement et en agression canicule. Au cours de l'instruction, l'IRSN a pu constater des insuffisances qui conduisent à une recommandation en annexe.

Matériels ne faisant pas l'objet d'une modification

EDF considère que certains matériels peuvent être laissés en l'état lorsque le dépassement de leur température maximale admissible intervient après 72 heures, sachant qu'il prévoit de déterminer d'ici l'été 2013 les dispositions permettant de limiter la température dans les locaux sensibles au-delà de 72 heures de fonctionnement des équipements s'y trouvant. L'IRSN estime cette proposition acceptable et considère que les dispositions ainsi que les exigences associées devront être présentées à l'ASN, ce qui fait l'objet d'une observation en annexe.

« Dédouanement » des matériels non requis

Concernant le « dédouanement » des matériels non requis pour le scénario considéré (par exemple un scénario incidentel/accidentel), il convient de s'interroger sur la disponibilité d'un tel matériel vis-à-vis des situations qui suivraient le scénario pour lequel il n'est pas requis et dans lesquelles il deviendrait nécessaire (par exemple, en situation de fonctionnement normal). De plus, l'IRSN souligne que le dépassement de la température admissible d'un matériel peut conduire non seulement à son indisponibilité, mais aussi à une action intempestive de nature à perturber le scénario étudié. Sur ce point, EDF prévoit d'effectuer une vérification de la disponibilité, après l'épisode de grande chaleur, des matériels « en dépassement » dans les situations de fonctionnement normal et de MDTE en agression canicule, que ces matériels soit requis ou non dans ces situations. L'IRSN estime que cette

vérification doit être étendue à l'ensemble des scénarios du référentiel « grands chauds ». Sur ce point, l'IRSN formule une recommandation en annexe.

4.2 MARGES SUR LA TENUE EN TEMPERATURE DES EQUIPEMENTS

L'IRSN rappelle que, lors de l'instruction menée en 2008, il a considéré acceptables les températures extrêmes extérieures de l'air et de la source froide du référentiel « grands chauds » sous réserve qu'EDF augmente les conservatismes à introduire dans les études et les marges à retenir pour mener les vérifications de tenue en température des équipements. Suite à la demande de l'ASN en 2009 sur ce point, EDF a réalisé un travail d'identification des conservatismes inhérents aux règles d'études et aux scénarios des calculs thermiques et d'identification des conservatismes et des marges liés à l'évaluation de l'impact sur les équipements des températures extérieures.

Conservatismes des règles d'études et des scénarios des calculs thermiques

Pour le cas du redimensionnement, l'IRSN considère que les règles d'études appliquées par EDF n'introduisent pas à elles seules un conservatisme susceptible de compenser l'absence de données robustes sur les températures extrêmes extérieures de l'air et de la source froide. Par conséquent, la demande formulée par l'ASN en 2009, sur ce point, demeure insatisfaite.

Pour le cas de l'agression canicule, l'IRSN considère que les quelques adaptations (notamment la valorisation de matériels non IPS), appliquées par EDF par rapport aux règles des études d'accident du domaine de dimensionnement, constituent une relaxation des méthodes mises en œuvre plutôt qu'un conservatisme. Ce constat a déjà fait l'objet d'une observation présentée au paragraphe « valorisation des systèmes non IPS ».

Conservatismes et marges liés à l'évaluation de l'impact des températures élevées de l'eau de la source froide sur la tenue des équipements

Pour tous les scénarios du référentiel « grands chauds », les calculs réalisés par EDF montrent que les températures en sortie de l'échangeur du circuit de refroidissement intermédiaire (RRI) en contact avec la source froide (circuit d'eau brute secouru : SEC), ne dépassent pas 42°C (42,5°C sur les sites de Chinon et Dampierre en prenant en compte une incertitude de 2σ sur la puissance résiduelle du cœur), sauf pour le scénario APRP avec EAS où la température atteinte est de 55°C. De son côté, l'IRSN a également réalisé des calculs sur simulateur qui ne remettent pas en cause le caractère enveloppe de ces valeurs, pour les scénarios du référentiel « grands chauds ».

Toutefois, l'IRSN rappelle qu'une instruction sur la modification relative à l'amélioration de la tenue en température des pompes du circuit de contrôle volumétrique (RCV) du palier CPY a mis en évidence que l'accident avec injection de sécurité sans EAS avec passage en état de repli à 56°C/h n'était pas couvert par les scénarios du référentiel « grands chauds ». Or, ce scénario conduit à une valeur de température en sortie de l'échangeur RRI/SEC égale à 50°C. Sur ce point, l'IRSN rappelle que l'ASN a formulé une demande à EDF en 2011. En conséquence, l'IRSN considère qu'EDF n'a pas répondu correctement à la demande formulée par l'ASN en 2009, relative aux conservatismes pour le « lot eau ».

Conservatismes et marges liés à l'évaluation de l'impact des températures élevées de l'air extérieur

Pour déterminer les températures ambiantes dans les locaux qui résultent des conditions de températures extérieures du référentiel « grands chauds », EDF réalise des calculs thermiques à l'aide du logiciel ThBAT, qu'il a développé. En réponse à la demande de l'ASN de 2009 sur les marges et les conservatismes associés aux températures ambiantes des locaux, EDF a dressé un bilan des marges minimales obtenues sur les températures maximales admissibles par le matériel le plus sensible dans le local par rapport à la température ambiante calculée du local. Il apparaît que pour certains équipements IPS, ces « marges » sont très réduites (1°C pour certains équipements). L'IRSN estime que cette identification des marges est importante mais pas suffisante pour répondre à la demande de l'ASN. En effet, les « marges » identifiées doivent être mises en regard des incertitudes liées aux calculs thermiques réalisés (qualification du code utilisé, données et hypothèses d'entrée). Sur ce point, EDF a proposé de réaliser pour mi 2012 une évaluation complémentaire, « si possible quantifiée », des conservatismes. L'IRSN estime que celle-ci devra s'accompagner d'une évaluation quantitative des incertitudes inhérentes aux études thermiques. EDF devra justifier le caractère suffisant des marges sur la tenue en température des équipements en regard des résultats de l'évaluation des conservatismes et incertitudes.

Cas de défaillances d'équipements pouvant conduire à une situation du domaine complémentaire

L'IRSN rappelle que les situations du domaine complémentaire ne sont pas prises en compte actuellement dans le référentiel « grands chauds » et qu'une réévaluation des températures extérieures à prendre en compte dans les études de ces situations est attendue de la part d'EDF. A ce stade, l'IRSN constate que des matériels dont la défaillance peut conduire à des situations du domaine complémentaire (perte totale de la source froide, perte de l'alimentation en eau des générateurs de vapeur, perte des alimentations électriques externes et internes) apparaissent « en dépassement » ou présentent de très faibles marges en conditions de « grands chauds ». Ce point fait l'objet d'une recommandation en annexe.

Marges sur les températures maximales admissibles des matériels

L'IRSN a examiné les valeurs de températures admissibles retenues par EDF (Td ou Tr) pour les équipements IPS électriques, de contrôle-commande et mécaniques dont les marges sur la tenue en température en conditions de « grands chauds » sont inférieures à 5°C.

Equipements électriques et de contrôle-commande

L'IRSN considère les températures admissibles (Td et Tr), retenues par EDF, acceptables pour les motorisations haute tension (HT), les câbles de contrôle et de mesures sans requis de qualification K1, ainsi que pour les câbles de puissance haute tension (HT) et basse tension (BT). En outre, l'IRSN est en accord avec la température Tr présentée par EDF pour les armoires électriques et de contrôle commande, les motorisations basse tension (BT), les câbles de contrôle et de mesure K1 et les servomoteurs K1.

Pour les armoires électriques et de contrôle commande (hors armoire RGL), l'IRSN considère que la température Td doit rester inférieure aux valeurs préconisées par le Recueil des règles de conception et de construction des matériels électriques des îlots nucléaires (RCC-E).

Pour les instrumentations, les électrovannes K1, les batteries, les motorisations basse tension (BT), les câbles de contrôle et de mesure K1 et les servomoteurs K1, l'IRSN considère que les températures Td présentées dans le dossier initial ne sont pas appropriées. Il convient qu'EDF détermine des températures Td cohérentes avec la définition finalement proposée lors de l'instruction. En particulier, à la température Td, l'hypothèse de durée de vie pour la qualification des matériels ne doit pas être remise en cause par un fonctionnement même prolongé à cette température.

Pour les instrumentations, les électrovannes K1 et les batteries, la température Tr retenue par EDF n'appelle pas de remarques de l'IRSN hormis l'observation en annexe relative à la prise en compte du vieillissement des matériels. Pour ces équipements, la prise en compte de cette observation est susceptible de conduire à une adaptation de la maintenance ou à une modification de la température Tr.

Par ailleurs, l'instruction a mis en évidence certains matériels pour lesquels les hypothèses ou les résultats des études thermiques ne sont pas respectés. Ces non-respects pourraient impacter leurs performances à court terme ou accélérer leur vieillissement. EDF propose dans le premier cas, des actions correctives et dans le deuxième cas, une prise en compte du vieillissement accéléré dans les Fiches d'Analyse de Vieillessement (FAV) des matériels concernés. L'IRSN est en accord avec l'engagement d'EDF.

Matériels mécaniques

Pour les groupes de pompage d'alimentation en eau de secours des GV (ASG), l'IRSN estime acceptables les températures admissibles retenues par EDF mais constate qu'il n'existe aucune marge avec la température ambiante des locaux contenant ces matériels.

Pour les groupes de pompage d'injection de sécurité basse pression (RIS-BP), l'IRSN note qu'EDF ne pourra se prononcer sur la tenue des groupes motopompes RIS-BP / EAS qu'à l'issue des résultats des essais de qualification actuellement en cours.

Pour les groupes de pompage participant au refroidissement de la piscine de désactivation du combustible (PTR), l'IRSN observe que la graisse des roulements à billes du moteur est un élément particulièrement sensible à la température et note qu'EDF procédera à des vérifications particulières sur ce point.

Pour les vannes vapeur du système de contournement à l'atmosphère (GCTa), l'analyse de l'IRSN, notamment le retour d'expérience négatif sur ces vannes, le conduit à formuler une recommandation en annexe. En outre, l'IRSN formule une observation sur les locaux « pinces vapeur », contenant les équipements du système GCTa.

Enfin, pour tous les matériels IPS présents dans le bâtiment réacteur, l'IRSN signale que la température ambiante de 45°C retenue par EDF n'est qu'une valeur moyenne et s'interroge donc sur l'existence de points chauds dans le bâtiment susceptibles de mettre en cause le bon fonctionnement de certains équipements IPS. L'IRSN formule une recommandation à ce sujet en annexe.

4.3 RETOUR D'EXPERIENCE SUR LES TEMPERATURES RELEVÉES DANS LES LOCAUX ET SUR LES MATÉRIELS

Lors de l'instruction de la modification relative à la tenue en température des pompes RCV, l'IRSN avait constaté des dispersions importantes sur les températures d'huile et d'air dans les locaux des pompes, susceptibles de remettre en cause le caractère suffisant de la modification envisagée par EDF sur ces pompes. En 2011, l'ASN avait alors demandé à EDF des compléments (relevés sur sites). A ce jour, ces éléments sont toujours attendus. De manière plus générale, l'IRSN estime nécessaire qu'EDF prenne en compte le retour d'expérience des relevés de températures effectués dans les locaux et sur les matériels afin de les confronter aux valeurs théoriques issues des études « grands chauds ». Sur ce point, l'IRSN émet une recommandation en annexe.

5 CONCLUSION GENERALE

Le référentiel « grands chauds » du palier CPY a déjà fait l'objet d'une instruction conséquente entre 2006 et 2008 qui a conduit l'ASN à formuler de nombreuses demandes de compléments et de justifications à EDF concernant les hypothèses et scénarios retenus dans les études thermiques ainsi que la démarche de vérification de la tenue en température des équipements.

A l'issue de son analyse des réponses apportées par EDF aux demandes de l'ASN, l'IRSN constate que :

- la démarche établie initialement dans le référentiel « grands chauds », et qui avait fait l'objet d'un examen entre 2006 et 2008, a été précisée par EDF mais également adaptée sur certains aspects dans le cadre de sa déclinaison. Il s'agit notamment de l'introduction de la notion de « dédouanement » de matériels sur la base d'analyses fonctionnelles ou de la valorisation, en redimensionnement, d'une température exceptionnelle de tenue de ces matériels (Tr) ;
- les éléments apportés par EDF ne répondent que partiellement à certaines demandes de l'ASN. En particulier, ils ne permettent pas de démontrer le conservatisme de toutes les hypothèses et données utilisées dans les études thermiques, ni d'appréhender l'impact des incertitudes inhérentes à ces études. De ce fait, le caractère suffisant des marges sur la tenue en température de tous les équipements importants pour la sûreté nécessaires dans les scénarios du référentiel « grands chauds » n'est pas acquis. Il convient de noter que l'obtention de marges suffisantes nécessitera probablement un nombre de modifications très supérieur à celui actuellement prévu par EDF.

Ceci conduit l'IRSN à formuler des recommandations et observations en annexe.

Sous réserve de la prise en compte par EDF de ces recommandations et observations, l'IRSN estime que la déclinaison sur les centrales nucléaires du référentiel « grands chauds » devrait notablement améliorer la résistance des installations à des situations de « grands chauds ». En ce sens, la mise en œuvre sur les centrales nucléaires des modifications matérielles et organisationnelles découlant des études de ce référentiel apparaît essentielle, sans préjuger des conclusions de l'analyse de ces modifications que l'IRSN pourrait par ailleurs formuler.

Toutefois, compte tenu des fortes réserves exprimées précédemment, l'IRSN estime qu'une ré-interrogation plus profonde d'EDF, dans un second temps, sur les marges liées à la tenue en température des équipements en conditions de « grands chauds » est nécessaire, au regard des

incertitudes inhérentes aux études et aux périodes de retour des températures extérieures considérées, pour permettre de conclure au caractère suffisant des modifications « grands chauds ».

Pour le directeur général

et par délégation

F.MENAGE

Annexe à l'avis IRSN/2012-00353 du 27 juillet 2012

Recommandations et observations

Recommandations

Règles et hypothèses pour mener les études thermiques

Impact sur les calculs thermiques des différences de configurations entre les tranches paires et impaires :

R1 - A l'instar des études menées pour la tranche impaire, l'IRSN recommande qu'EDF complète en tranche paire la vérification qu'il a réalisée pour le scénario « accident avec EAS » par une vérification de l'absence de nouveaux matériels « en dépassement » pour les autres scénarios du référentiel « grands chauds ».

EDF devra également justifier, pour tous les scénarios, les marges et leur suffisance pour les matériels situés dans des locaux dont la température en tranche paire serait estimée supérieure à celle calculée en tranche impaire.

Valorisation en redimensionnement de matériels non IPS dans les études thermiques :

R2 - L'IRSN recommande qu'EDF reprenne les calculs thermiques des scénarios « incident sans EAS » et « accident avec EAS » en redimensionnement en ne valorisant pas les matériels non IPS, tels que ceux du système DVN et le tableau 9LGI, à moins qu'EDF :

- ne démontre que cette valorisation est pénalisante sur les résultats des études ;
- ou n'ajoute ces systèmes à la liste des matériels IPS (classés ou non classés).

Apports calorifiques liés aux tuyauteries :

R3 - Afin d'assurer que les apports calorifiques liés aux tuyauteries sont pris en compte de façon suffisamment conservatrice dans les études thermiques du référentiel « grands chauds », l'IRSN recommande qu'EDF :

- transmette, en complément de sa réponse, les justifications détaillées le conduisant à ne pas retenir d'apports calorifiques dans les études thermiques des scénarios autres que le scénario d'« accident avec EAS » ;
- prenne en compte dans ces études les éléments suivants, ou à défaut démontre par des études de sensibilité quantitatives que ces éléments n'ont pas d'impact sur les résultats :
 - l'apport calorifique des tuyauteries du système RRI situées en aval des échangeurs avec les circuits EAS et PTR, ainsi que les tuyauteries EAS en amont des échangeurs RRI ;
 - des valeurs de débit dans les circuits EAS, SEC et RRI qui maximisent les apports calorifiques liés aux tuyauteries de ces circuits pour chaque local et pour chaque scénario considéré ;
 - les apports calorifiques des tuyauteries dans les scénarios d'incident ou d'accident au-delà de 24 heures.

Scénarios à considérer pour mener les études thermiques

Scénario de Manque de tension externe (MDTE) induit par l'agression canicule :

R4 - Pour les sites concernés par les pollens, l'IRSN recommande qu'EDF augmente, en période à fort risque de pollens (d'avril à juillet), la fréquence des rondes (a minima une fois par mois) réalisées par le personnel compétent pour l'inspection visuelle destinée à détecter l'encrassement des transformateurs.

Tenue en température des équipements

Evaluation de la disponibilité des matériels vis-à-vis des températures ambiantes des locaux :

R5 - L'IRSN recommande qu'EDF vérifie de façon exhaustive l'atteinte ou non de la température maximale admissible de l'ensemble des matériels IPS, notamment pour :

- les matériels purement mécaniques, s'ils sont sensibles aux températures ambiantes,
- les machines tournantes IPS à l'exception des pompes RIS, EAS, RRI, ASG, PTR et de la turbine ASG,
- les auxiliaires nécessaires au fonctionnement des générateurs électriques de secours tels que les manchons Dilatoflex installés sur les circuits de refroidissement des diesels.

EDF devra présenter les dispositions envisagées pour les éventuels nouveaux matériels constatés en dépassement.

Température admissible des équipements prise en compte dans l'évaluation de la tenue des équipements en « grands chauds » (agression canicule et redimensionnement) :

R6 - L'IRSN recommande qu'EDF retienne, en redimensionnement, la Td pour les matériels IPS dont le fonctionnement doit être assuré sur une durée indéfinie pour l'un au moins des accidents retenus dans le cadre du référentiel « grands chauds ».

Tenue des générateurs électriques de secours :

R7 - L'IRSN recommande qu'EDF vérifie que la température vue par l'électroaimant LHP/Q 202 EA est toujours inférieure à 60°C en redimensionnement ou en agression canicule. A défaut, EDF démontrera que la défaillance de cet électroaimant (quels que soient les modes de défaillance possibles) ne compromet pas le bon fonctionnement des groupes diesels, notamment ne conduit pas à leur déclenchement intempestif, lorsqu'ils sont requis.

Vérification de la disponibilité à terme des matériels « en dépassement » dans certains scénarios « grands chauds » :

R8 - L'IRSN recommande qu'EDF complète sa démarche à l'égard des matériels IPS, y compris IPS-NC, qu'il considère dédouanés à l'issue d'une analyse fonctionnelle du fait que leur disponibilité n'est pas requise dans les scénarios d'études en redimensionnement ou en agression canicule.

A ce titre, EDF devra :

- identifier tous les matériels concernés et les recenser dans des documents portés à la connaissance des agents de conduite,
- prévoir des moyens de suivi de la température vue par ces matériels,

- définir et mettre en œuvre des dispositions permettant de garantir la disponibilité des matériels dès qu'ils seront nécessaires,
- s'assurer que le dépassement de la température admissible de ces matériels ne conduit pas à des événements intempestifs de nature à aggraver le scénario étudié.

Risque de défaillances d'équipements pouvant conduire à une situation du domaine complémentaire :

R9 - L'IRSN recommande qu'EDF démontre la suffisance des marges sur la tenue en température en redimensionnement et en agression canicule de tous les équipements dont la défaillance peut conduire à une situation du domaine complémentaire et en tirer les conséquences sur la nécessité de faire des modifications ou de considérer le cumul d'une situation du domaine complémentaire avec l'agression canicule.

Marges retenues sur la tenue des équipements :

R10 - L'IRSN recommande qu'EDF justifie le dédouanement des vannes réglantes GCTa (GCT 131/132/133 VV) en redimensionnement et en agression canicule en regard du retour d'expérience négatif de ces matériels vis-à-vis des températures élevées dans les locaux « pincés vapeur ».

R11 - L'IRSN recommande qu'EDF s'assure qu'il n'existe pas de points chauds dans le bâtiment réacteur et que la température de 45°C est la température maximale pouvant être atteinte dans le bâtiment pour les matériels IPS et IPS-NC. Dans le cas où des zones potentiellement soumises à des températures supérieures à 45°C seraient identifiées, EDF devrait s'assurer de la tenue en température des équipements IPS situés dans ces zones.

Retour d'expérience sur les températures relevées dans les locaux et sur les matériels :

R12 - L'IRSN recommande qu'EDF s'assure de la robustesse des températures calculées dans les locaux et des températures admissibles (Td et Tr) des matériels électriques et mécaniques IPS du palier CPY, dans le cadre des études de déclinaison du référentiel « grands chauds », en prenant en compte le retour d'expérience des relevés de températures effectués sur les différents composants des matériels et dans les locaux associés.

Observations

Prise en compte de la température maximale en sortie du RRI au niveau de l'échangeur RRI/SEC :

O1 : Pour les sites de Chinon et Dampierre, l'IRSN considère que la température maximale en sortie du RRI au niveau de l'échangeur RRI/SEC déterminée par EDF et égale à 42,5°C doit être prise en compte dans la déclinaison du référentiel « grands chauds ».

Arrêts et délestage de matériels :

O2 : Concernant les arrêts et délestages de matériels, EDF doit présenter à l'ASN une synthèse des évolutions apportées dans les documents d'exploitation et justifier l'exhaustivité et la cohérence de celles-ci au regard des études thermiques.

Valorisation de matériels non IPS en agression canicule :

O3 : L'IRSN considère qu'EDF doit mettre en œuvre, avant l'été 2013, les dispositions permettant de s'assurer de la disponibilité en agression canicule des fonctions associées aux matériels non IPS valorisés.

Température admissible des équipements prise en compte dans l'évaluation de la tenue des équipements en « grands chauds » (agression canicule et redimensionnement) :

O4 : Pour les matériels susceptibles de dépasser leur Td, il est nécessaire qu'EDF prenne en compte l'impact de ces dépassements dans les fiches d'analyse de vieillissement (FAV), en évaluant la nécessité de définir des plans d'actions appropriés pour garantir la pérennité de la qualification.

Matériels identifiés en dépassement mais ne faisant pas l'objet d'une modification :

O5 : L'IRSN attire l'attention sur le fait qu'EDF devra présenter à l'ASN, dans les délais annoncés (d'ici l'été 2013), les dispositions permettant de limiter la température dans les locaux sensibles ainsi que les exigences associées.

Températures ambiantes dans les locaux « pincés vapeur » :

O6 : Concernant les locaux « pincés vapeur », l'IRSN considère qu'EDF devra transmettre la liste des modifications passées, en cours et à venir assorties d'un planning et les résultats obtenus ou attendus vis-à-vis des températures ambiantes dans ces locaux.