

DIRECTION DES CENTRALES NUCLEAIRES

Montrouge, le 31 juillet 2015

Réf. : CODEP-DCN-2015-015367

Monsieur le Directeur du projet  
Flamanville 3  
Centre national d'équipement nucléaire  
EDF  
97, avenue Pierre BROSSOLETTE  
92120 MONTROUGE

**Objet :** Réacteurs électronucléaires – EDF – Projet EPR – FLAMANVILLE 3  
Évaluation des pressions et des températures dans l'enceinte de confinement d'un réacteur de type EPR en cas d'accident

**Réf. :** [1] Lettre EDF ECEP050653 du 24/11/2005  
[2] Note NFPSD DC 1011 indice C du 08/11/2005  
[3] Note NFPSR DC 1079 indice B du 30/09/2005  
[4] Note NFPSR DC 1055 indice D du 30/06/2006  
[5] Note NFPSR DC 1055 indice F du 30/06/2008  
[6] Lettre EDF ECEP081343 du 21/07/2008  
[7] Lettre ECSN120244 du 26/03/2012  
[8] Lettre ECSN120316 du 19/04/2012  
[9] Lettre ECSN120624 du 25/07/2012  
[10] Lettre ECSN120749 du 17/09/2012  
[11] Note NFPSR DC 1055 indice J du 29/08/2014  
[12] Lettre D305115039603 du 28/04/2015  
[13] Note ECEMA142653 indice C du 24/03/2015

Monsieur le Directeur,

Les profils de pression et de température sélectionnés pour le dimensionnement de l'enceinte de confinement d'un réacteur de type EPR ont été définis pour garantir sa tenue fonctionnelle en situation normale, incidentelle et accidentelle. La qualification des matériels, situés à l'intérieur de celle-ci, doit répondre aux exigences des profils sélectionnés.

Par lettre citée en référence [1], EDF a transmis les documents [2] et [3] décrivant la méthode utilisée pour le calcul des pressions et des températures enveloppes à l'intérieur de l'enceinte de confinement. Le document en référence [4] décrit cette méthode pour les conditions « plant condition category » (PCC) et « risk reduction category – A » (RRC-A) sur un réacteur de type EPR. Puis, EDF a transmis une révision de cette note en référence [5] dans le cadre d'une instruction liée à la qualification des composants, complétée par les lettres référencées [6] à [10]. Ensuite, EDF a transmis une nouvelle version de cette note en référence [11] et les lettres en référence [12] et [13] apportant des éléments sur les matériels situés dans le bâtiment réacteur les plus sensibles à une ambiance surchauffée.

Afin de déterminer les profils temporels de pression et de température « enveloppes », c'est-à-dire supérieurs en tout point aux pressions et températures susceptibles d'être rencontrées, EDF a considéré les cas d'accidents pénalisants suivants à court et moyen terme : l'accident par perte de réfrigérant du circuit primaire (APRP) et la rupture d'une tuyauterie de vapeur (RTV). EDF a complété son dossier par l'étude de la phase long terme de la perte totale des moyens de refroidissement.

L'ASN, avec l'aide de son appui technique, a analysé l'adéquation des profils enveloppe de pression et température retenus pour la qualification des matériels et la vérification du dimensionnement de l'enceinte de confinement du réacteur EPR FLA3 au regard des valeurs atteintes en situations accidentelles.

Compte tenu du nombre important de paramètres influents pour chaque transitoire, l'analyse s'est focalisée sur les différents transitoires jugés limitatifs :

- la rupture de tuyauterie vapeur doublement débattue (RTV-2A) pour la phase de court terme ;
- la brèche de 45 cm<sup>2</sup> en branche chaude du circuit primaire principal en condition RRC-A pour la phase de moyen terme ;
- la perte totale de la source froide pour la phase de long terme.

Dans les scénarios accidentels considérés par EDF, une grande quantité de vapeur surchauffée est relâchée dans l'enceinte, ce qui peut induire un dépassement local et temporaire de la température de saturation d'eau et du profil de température enveloppe retenu. De ce fait, EDF a proposé une démarche pour tenir compte du phénomène de surchauffe de la vapeur : celle-ci vise à déterminer l'épaisseur minimale d'acier nécessaire afin que la température de surface des matériels reste inférieure au profil enveloppe de température retenu pour la qualification des matériels. Afin de modéliser le cas le plus pénalisant pour les matériels présents dans le bâtiment réacteur, EDF utilise une structure-test plate en acier pour calculer ces épaisseurs minimales. L'acier a été choisi car ce matériau a l'inertie thermique la plus pénalisante.

L'ASN estime que la démarche retenue ne permet pas de garantir le caractère conservatif des valeurs minimales d'épaisseur des matériels compte tenu des incertitudes associées aux échanges thermiques entre l'atmosphère de l'enceinte et les matériels. La prise en compte des incertitudes sur le coefficient d'échange entre l'atmosphère et la structure-test pourrait remettre en cause les valeurs minimales d'épaisseur des matériels et pourrait modifier la liste des matériels identifiés comme affectés par le phénomène de surchauffe, ce qui conduit à la demande A de l'annexe à la présente lettre.

Par ailleurs, dans la note en référence [11], EDF indique que la démonstration de l'obtention des épaisseurs minimales est assurée pour une géométrie de la structure-test plate. EDF n'explique pas la prise en compte de la géométrie des matériels. Ce point fait l'objet de la demande B de l'annexe au présent document.

De plus, l'ASN constate qu'EDF ne précise pas suffisamment la démarche qu'elle a mise en œuvre pour vérifier le respect de l'épaisseur minimale d'acier pour les matériels dont le bon fonctionnement est requis en situation accidentelle. Cette vérification est nécessaire pour garantir le respect du profil de température retenu pour la qualification des matériels. Ce point fait l'objet des demandes C de l'annexe du présent courrier.

Je vous prie d'agréer, Monsieur le Directeur, l'expression de ma considération distinguée.

Le directeur de la DCN,

Signé par : Thomas HOUDRÉ

## Demandes de l'ASN

### A. Études de sensibilité sur le coefficient d'échange entre l'atmosphère et les structures et sur les propriétés thermiques des matériaux

Les échanges thermiques entre l'atmosphère et les structures dépendent des conditions thermodynamiques locales et des écoulements locaux qui peuvent être fortement tridimensionnels (à cause notamment de la présence d'obstacles). EDF emploie un logiciel utilisant une modélisation mono-volume de l'enceinte, qui ne permet pas de les évaluer précisément. Aussi des incertitudes importantes subsistent à ce jour sur la capacité du logiciel de calcul à prédire quantitativement le comportement thermohydraulique de l'enceinte et les échanges locaux entre l'atmosphère et les structures, nécessaires au calcul de la température au sein de ces dernières. L'ASN estime que le caractère enveloppe du coefficient multiplicatif retenu par EDF pour pénaliser les échanges entre l'atmosphère et la structure test n'est pas démontré. La prise en compte des incertitudes sur le coefficient d'échange entre l'atmosphère et les structures pourrait remettre en cause les valeurs minimales d'épaisseur calculées des matériels.

**Demande A : L'ASN vous demande d'effectuer des études de sensibilité sur le coefficient d'échange entre l'atmosphère et les structures et sur les propriétés thermiques des matériaux. Les résultats conditionnant les profils de qualification du bâtiment réacteur, vous transmettez les résultats de ces études 3 mois après réception de cette lettre.**

### B. Prise en compte de la géométrie des matériels

Un des paramètres de la structure-test est sa géométrie plate. Les épaisseurs minimales calculées par EDF sont donc obtenues avec ce paramètre. EDF ne démontre pas la bonne tenue à la surchauffe des matériels qui ne sont pas plats.

**Demande B : L'ASN vous demande de justifier que les hypothèses d'étude de la structure-test couvrent les géométries des matériels concernés. Vous transmettez la justification de ce point sous 6 mois.**

### C. Vérification du respect de l'épaisseur minimale d'acier pour les matériels dont le fonctionnement est requis en situation accidentelle

Compte tenu du volume important de vapeur surchauffée relâchée dans l'atmosphère de l'enceinte en cas d'accident d'APRP ou de RTV, la température de l'atmosphère de l'enceinte peut excéder localement et temporairement celle indiquée par le profil de température enveloppe. Dans ce cas, qualifié dans la suite de « surchauffe », la température de surface des matériels peut être plus importante que celle du profil enveloppe, ce qui pourrait entraîner leur dégradation. EDF a défini un cas-enveloppe par l'étude d'une structure-test en acier en retenant les scénarios d'APRP et de RTV. EDF a par ce biais obtenu des épaisseurs minimales d'acier calculées pour garantir les fonctions des matériels en cas d'accident : 0,6 mm si une seule face est en contact avec l'atmosphère et 1,2 mm si les deux côtés sont en contact avec l'ambiance surchauffée, ces éléments étant intégrés dans la note transmise en référence [11]. EDF a transmis, par courriers en référence [12] et [13], la liste des matériels qualifiés aux conditions accidentelles du bâtiment réacteur qui présentent une épaisseur inférieure à 3 mm.

L'épaisseur minimale des matériels calculée par EDF doit garantir de ne pas atteindre la température de surchauffe à leur surface. EDF n'a pas expliqué dans la note en référence [13] la méthodologie utilisée pour s'assurer du respect de cette épaisseur minimale pour les différents matériels concernés. L'ASN considère qu'EDF doit préciser certaines étapes de la démarche pour prononcer la qualification de ces matériels sans ambiguïté.

Le choix des titulaires de contrats ayant participé à l'inventaire des matériels n'est par exemple pas justifié. D'autre part, dans la note en référence [13], EDF indique la liste des matériels ayant une épaisseur d'enveloppe inférieure à 3 mm. Cependant, il n'est pas précisé si ces épaisseurs sont des épaisseurs théoriques ou mesurées.

Enfin, la conclusion de la note en référence [13] n'est pas claire ; elle devrait présenter les matériels concernés, leur nombre de faces en contact avec l'atmosphère du bâtiment réacteur, leur épaisseur effective et les incertitudes associées.

**Demande C1 : L'ASN vous demande de développer les étapes de la démarche que vous avez mise en œuvre pour vérifier le respect de l'épaisseur minimale effective d'acier pour les matériels dont le bon fonctionnement est requis en situation accidentelle. Les conclusions de l'application de la méthodologie devront être mieux présentées. La note en référence [13] devra être mise à jour en conséquence.**

**Demande C2 : L'ASN vous demande de préciser si les épaisseurs indiquées sont des épaisseurs théoriques ou mesurées. Si ce sont des valeurs mesurées, l'incertitude devra être précisée. La note en référence [13] devra être mise à jour en conséquence.**

Enfin, l'ASN s'interroge sur la nécessité de vérifier la pérennité de cette épaisseur dans le temps, notamment pour les équipements présentant de faibles marges vis-à-vis de l'épaisseur minimale.

**Demande C3 : L'ASN vous demande d'indiquer les dispositions prévues lors de la conception et du suivi en service pour vous assurer de la tenue de l'épaisseur des matériels dans le temps.**

**Vous transmettez les éléments de réponse à ces 3 demandes sous 6 mois.**