



DIRECTION DES CENTRALES NUCLEAIRES

Montrouge, le 27 janvier 2014

Réf. : CODEP-DCN-2014-004806**Monsieur le Directeur
Division Production Nucléaire
EDF
Site Cap Ampère – 1 place Pleyel
93 282 SAINT-DENIS CEDEX****Objet : Réacteurs électronucléaires - EDF - Palier 1300 MWe
Réexamen de sûreté associé à la troisième visite décennale des réacteurs (VD3 1300)
Incendie****Réf. :**
[1] Courrier ASN CODEP-DCN-2011-006777 du 4 mai 2011
[2] Courrier EDF M10D0127876/EMESN100525 du 21 juin 2010
[3] Courrier ASN CODEP-DCN-2011-029192 du 1^{er} août 2011

Monsieur le Directeur,

Dans le cadre du réexamen de sûreté associé aux troisièmes visites décennales des réacteurs électronucléaires de 1300 MWe, Électricité de France (EDF) a transmis à l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) des études de réévaluation de la démonstration de la maîtrise des risques d'agression interne associées à l'incendie. Ces études concernent :

- les effets induits par les fumées sur le fonctionnement des équipements ;
- l'impact des effets de pression dus à l'incendie sur la sectorisation incendie ;
- le dimensionnement au feu des éléments de sectorisation incendie.

L'ASN souligne les avancées réalisées dans la connaissance des impacts liés aux effets de pression.

L'ASN considère cependant qu'EDF n'a pas apporté l'ensemble des éléments attendus et doit poursuivre les études.

L'ASN considère également que la protection incendie et en particulier la sectorisation incendie devra être renforcée pour certains locaux afin de garantir une marge minimale de 10 minutes entre la durée significative de feu et la durée de résistance au feu des protections des modes communs de câblage et des moyens minimaux de conduite.

Vous trouverez en annexe les conclusions et demandes de l'ASN issues de l'instruction réalisée avec l'appui de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) sur ces études.

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

Le Directeur de la DCN,

Thomas HOUDRÉ

A. Effets induits par les fumées sur le fonctionnement des équipements

L'ASN a demandé, par courrier en référence [1], que les effets de pression et les effets induits par les fumées sur le fonctionnement des équipements requis en cas d'incendie soient étudiés dans le cadre du troisième réexamen de sûreté des réacteurs de 1300 MWe.

Or, si des éléments traitant en partie des effets des fumées dites « froides » ont été présentés par EDF dans le cadre des études probabilistes de sûreté (EPS) de niveau 1 associées au réexamen de sûreté, aucun autre élément n'a été transmis par EDF, notamment pour ce qui concerne les effets des fumées dites « chaudes » et les effets de pression.

Concernant les effets des fumées, l'engagement formulé par EDF à l'issue de la réunion du Groupe Permanent d'experts pour les Réacteurs (GPR) du 20 mai 2010 consacrée à l'orientation du troisième réexamen de sûreté des réacteurs de 1300 MWe, distinguait la problématique thermique des fumées « chaudes » et la problématique liée aux suies pour les fumées dites « froides ». EDF y argumentait que les essais thermiques conduisaient à l'identification de seuils de dysfonctionnement en température qui ne remettaient pas en cause le dimensionnement des matériels et EDF ne s'engageait donc à transmettre que des éléments relatifs à l'impact des fumées « froides ».

EDF a ensuite transmis en juillet 2011 un rapport de synthèse des études relatives aux effets des fumées mais dont les conditions expérimentales intégrant les effets couplés, température et suies, ne représentaient pas les conditions réelles d'un incendie.

Par ailleurs, l'IRSN a montré, au travers d'essais dans des conditions réelles d'incendie, que les suies contenues dans les fumées d'incendie sont susceptibles d'abaisser fortement les valeurs associées aux critères de dysfonctionnement en température des équipements de sûreté.

A l'issue de l'examen de ces résultats par le GPR du 10 mai 2012 consacré à l'instruction de l'étude probabiliste de sûreté de niveau 1 des réacteurs du palier 1300 MWe, l'ASN a donc demandé à EDF de réaliser une étude de sensibilité en considérant un seuil de dysfonctionnement en température plus faible que celui retenu pour les équipements électroniques.

Outre la définition des critères de défaillance des équipements exposés aux fumées d'incendie, l'analyse des risques pour la sûreté liés à ces fumées nécessiterait d'estimer les concentrations de fumées susceptibles d'atteindre les équipements.

Enfin, dans la démonstration de sûreté actuelle, EDF définit certains critères de proximité entre les foyers d'incendie et les matériels à protéger ou des critères d'épaisseurs de couches de fumées sous plafond. Ces critères, utilisés pour démontrer l'absence de risque de mode commun de défaillance en cas d'incendie, notamment pour les zones de feu de sûreté¹ ou les locaux « à possibilité de feu localisé » (PFL), n'ont pas été réexaminés par EDF pour prendre en compte les effets induits par les fumées. L'aptitude des zones de feu à éviter les modes communs de défaillance pourrait donc être remise en cause.

¹ Zones de feu de sûreté (ZFS) : Ensemble de locaux délimité par des parois dont certains éléments peuvent être fictifs (séparation géographique). Toutes les frontières de la zone de feu n'ont pas, par définition, un degré de résistance au feu imposé.

L'ASN vous demande donc de :

- compléter et justifier les critères de défaillance liés aux fumées (en termes de température, d'humidité, de concentration en suies ou de gaz corrosifs...) pour les équipements à protéger en cas d'incendie pour la sûreté des installations, et les marges qui leurs sont associées ;
- présenter la méthode d'estimation de l'atteinte de ces critères de défaillance dans les volumes de feu de sûreté² où se dispersent les fumées ;
- compléter les études de justification de la sectorisation incendie vis-à-vis de la propagation des fumées, notamment la démonstration de l'efficacité des zones de feu de sûreté et la démonstration relative à l'absence de mode commun de défaillance dû à l'effet des fumées pour les matériels éloignés du foyer et implantés à plus d'un mètre du plafond d'un local réputé PFL.

Vous m'informerez, sous deux mois, de la proposition de calendrier de réponse à ces demandes.

A compter de cette échéance, vous m'informerez tous les 6 mois de l'état d'avancement des travaux réalisés pour démontrer que les effets induits par les fumées, en cas d'incendie, ne remettent pas en cause les conclusions de l'analyse de sûreté des risques d'incendie.

B. Impact des effets de pression dus à l'incendie sur la sectorisation incendie

Lors de la réunion du Groupe permanent d'experts en charge des réacteurs (GPR) du 10 mars 2005, l'IRSN a présenté les résultats d'essais de feux réels montrant que, quel que soit le type de combustible (liquide ou solide), le développement rapide d'un feu dans un local confiné (ou dont les conduits de ventilation présentent une forte résistance aéraulique) induit des différentiels de pression importants qui sont susceptibles de conduire à une détérioration de la sectorisation soit par transfert important des fumées, soit par rupture de celle-ci.

Au cours de l'examen des orientations du réexamen de sûreté des réacteurs de 1300 MWe associé à leur troisième visite décennale, EDF indiquait prévoir de participer au programme international OCDE/PRISME 2 dont certains essais permettraient une meilleure caractérisation des effets de pression pour des configurations représentatives des réacteurs à eau sous pression.

Les objectifs des essais PRISME 2 étaient d'étudier :

- le modèle de transfert de fumées entre deux compartiments au travers d'une ouverture horizontale ;
- la propagation horizontale et verticale d'un feu de chemin de câbles ;
- l'efficacité des systèmes d'extinction ainsi que la fonctionnalité de matériels électriques sous chargement de feu réel (température et suies).

Aucun de ces essais ne répondait à la problématique du maintien de l'intégrité des éléments de sectorisation en cas de surpression liée à un feu dans un volume confiné d'un réacteur. EDF a donc réalisé, en parallèle de l'IRSN, une étude paramétrique ayant pour objectif de spécifier un essai à soumettre aux partenaires du programme OCDE/PRISME 2 et représentatif de configurations existantes dans les installations nucléaires françaises. L'essai spécifié a été réalisé en 2013.

L'ASN vous demande de lui communiquer, dans les meilleurs délais et au plus tard sous trois mois, les résultats de l'essai réalisé dans le cadre du programme OCDE/PRISME 2.

² Volume de feu de sûreté : Un ou plusieurs locaux délimités par des parois ou des frontières associées à l'éloignement des constituants ou à des systèmes de protection, s'opposant à la propagation de l'incendie. EDF distingue deux types de volumes de feu de sûreté : le secteur de feu de sûreté et la zone de feu de sûreté.

Ce seul essai ne permet pas d'apporter de conclusions définitives et valables dans toutes les configurations quant à l'impact potentiel d'une surpression induite par un feu de câbles ou d'armoires électriques sur la tenue de la sectorisation vis-à-vis du risque de rupture de celle-ci.

En effet, si l'essai proposé correspond à la configuration la plus sensible mise en évidence par l'étude paramétrique, des calculs réalisés par l'IRSN en complément et à la suite de celle-ci ont montré que l'augmentation du volume et du taux de renouvellement d'air du local en feu conduit à une augmentation de la surpression dans le local. Ceci a mis en évidence la nécessité de poursuivre et d'élargir l'étude paramétrique afin de s'affranchir des limitations techniques de l'installation expérimentale et de couvrir un plus large spectre de configurations. Vous avez donc complété l'étude paramétrique afin de couvrir un plus large spectre de configurations, notamment pour ce qui concerne le volume et le taux de renouvellement d'air du local en feu.

L'ASN vous demande, en vous fondant sur l'essai réalisé et sur l'étude paramétrique complémentaire, de définir une méthode d'identification des volumes de feu de sûreté (« screening ») dans lesquels un incendie est susceptible d'engendrer des variations de pression de nature à détériorer la sectorisation incendie par rupture de celle-ci.

Dans un délai de deux mois, l'ASN vous demande de lui transmettre les résultats de l'étude paramétrique complémentaire et votre méthode d'identification des volumes de feu de sûreté des réacteurs de 1300 MWe ainsi que les éléments justificatifs associés à sa définition.

Dans un délai de six mois, l'ASN vous demande de lui transmettre, la liste des volumes de feu de sûreté identifiés par cette méthode et de lui présenter un plan d'actions en résultant qui comprendra, au plus tard un an après la validation de ce plan d'action :

- **des analyses approfondies, assorties de vos conclusions, concernant la sectorisation incendie des volumes de feu de sûreté des réacteurs de 1300 MWe ;**
- **la définition d'un calendrier de déploiement des éventuelles modifications associées. L'ASN vous demande ensuite de l'informer annuellement de l'avancement du déploiement de ces modifications.**

Les études réalisées par EDF dans le cadre du réexamen concernent l'impact des effets de pression dus à l'incendie sur la sectorisation par rupture de cette dernière. Les études devront aussi se poursuivre pour répondre à la problématique de l'impact d'une surpression sur la sectorisation incendie par transfert des fumées.

Vous transmettez à l'ASN, sous six mois, une proposition de calendrier de réponse à cette problématique. A compter de cette échéance, vous m'informerez tous les 6 mois de l'état d'avancement des travaux réalisés.

Concernant l'impact potentiel des phénomènes de surpression sur la sectorisation, EDF indiquait par courrier en référence [2] à l'issue de la réunion du GPR du 20 mai 2010, d'une part que les résultats d'essais de feux à dynamique lente seraient disponibles d'ici 2014, d'autre part qu'un cadre pour réaliser des essais complémentaires menés sur la base d'inventaires calorifiques serait défini pour ce qui concerne les feux à dynamique rapide.

L'ASN rappelle donc qu'EDF doit définir un cadre pour réaliser l'analyse des phénomènes de surpression sur la sectorisation à la suite de feux à dynamique rapide, le cas échéant par des essais complémentaires.

L'ASN vous demande de réaliser l'analyse complémentaire des phénomènes de surpression sur la sectorisation à la suite de feux à dynamique rapide, le cas échéant en vous fondant sur des essais.

Vous m’informerez, sous six mois, de la proposition de calendrier de réponse à cette demande. A compter de cette échéance, vous m’informerez tous les 6 mois de l’état d’avancement des travaux réalisés.

C. Dimensionnement au feu des éléments de sectorisation incendie

C.1. Justification de la sectorisation

Pour évaluer la tenue en température des éléments de sectorisation, des courbes de montée en température, conventionnelles et représentant les conditions enveloppes d'un feu donné, sont utilisées.

La justification de la sectorisation incendie, pour les réacteurs en fonctionnement, est fondée sur l'utilisation de la courbe « DSN 144 », qui permet d'obtenir la durée significative du feu (DSdF) à partir de la densité de charge calorifique (DCC) d'un local, et de la courbe « ISO 834 », qui permet d'obtenir la température maximale susceptible d'être atteinte dans un local à partir de la DSdF.

La courbe « DSN 144 » s'appuie sur des résultats d'essais de feu de charges calorifiques de type cellulosique dans des locaux ventilés naturellement. Or, les réacteurs à eau sous pression sont dotés de systèmes de ventilation mécanique et contiennent des matériaux combustibles pouvant se comporter de façon très différente.

Vous avez développé pour le réacteur EPR de Flamanville 3 une nouvelle méthode de justification de la sectorisation incendie, appelée EPRESSI, fondée sur l'évaluation des performances réelles des éléments de sectorisation en cas d'incendie. Avec cette méthode, la durée de l'incendie dans les locaux est estimée à l'aide d'un code à zones (MAGIC). La méthode EPRESSI postule qu'un élément de sectorisation peut conserver ses caractéristiques coupe-feu au-delà du délai défini par l'essai conventionnel de résistance au feu s'il est soumis à un feu engendrant une contrainte thermique plus faible que celle relative à la courbe normalisée ISO 834. La courbe de l'évolution temporelle de la température pour laquelle l'élément conserve ses caractéristiques coupe-feu sur toute la durée du feu est appelée courbe de performance coupe-feu. Suivant cette méthode, un élément de sectorisation d'un local appartenant à un volume de feu sera correctement dimensionné si la courbe enveloppe d'évolution de température du local résultant d'un scénario de feu dans le volume de feu reste en tout point inférieure à une courbe de performance de l'élément de sectorisation étudié. Cette approche des « performances réelles » de la sectorisation est prévue par l'arrêté du 22 mars 2004 relatif aux méthodes et conditions d'évaluation de la résistance au feu des produits, éléments de construction et d'ouvrages.

Par courrier en référence [3], l'ASN a jugé que la méthode EPRESSI nécessitait plusieurs justifications complémentaires, mais qu'elle était acceptable dans son principe.

Au cours de l'examen des orientations du réexamen de sûreté des réacteurs de 1300 MWe associé à leur troisième visite décennale, vous avez indiqué que la mise en œuvre de la méthode EPRESSI nécessitait un volume important d'études et d'essais par des laboratoires agréés dont le nombre est limité. L'ASN a donc pris note, par courrier en référence [1], que sa mise en œuvre était difficilement compatible avec les délais d'instruction de ce réexamen. Par ailleurs, vous n'avez pas indiqué si la nouvelle méthode EPRESSI de justification des éléments de sectorisation incendie (dont les protections des moyens minimaux de conduite et des modes communs de câblage) s'appliquerait à tous les éléments de sectorisation couverts par la méthode actuelle fondée sur la courbe « DSN 144 », par exemple pour ce qui concerne le cas des enveloppes de chemins de câble.

L'ASN vous demande de vous positionner sur la capacité de la méthode EPRESSI à remplacer, pour les réacteurs de puissance 1300 MWe, la méthode de justification actuelle du dimensionnement au feu de tous les éléments de sectorisation incendie. Vous m'indiquerez notamment, comment la méthode EPRESSI remplacerait l'utilisation de la courbe « DSN 144 » pour les moyens minimaux de conduite et les modes communs de câblage, et plus particulièrement pour les enveloppes de chemins de câble. Vous me transmettez votre réponse à cette demande au plus tard pour le 31 mai 2014.

L'ASN vous demande ensuite de vous positionner sur la faisabilité de l'application de la méthode EPRESSI aux centrales nucléaires de 1300 MWe. Vous me transmettez, avant la fin de l'année 2015, vos conclusions.

C.2. Calcul des marges

Périmètre de l'étude de marge

En l'attente des réponses quant à la possibilité d'utiliser la méthode EPRESSI, vous avez proposé, par courrier en référence [2], afin de justifier le bon dimensionnement de la sectorisation incendie, de vérifier l'existence d'une marge minimale de 10 minutes entre la durée significative de feu et la durée de résistance au feu des protections des modes communs de câblage et des moyens minimaux de conduite. L'ASN n'a pas d'objection à cette démarche dans le cadre du réexamen associé aux troisièmes visites décennales des réacteurs de 1300 MWe.

Cependant, si le local étudié est protégé par un système d'aspersion fixe, vous ne prévoyez aucune modification pour le cas où cette marge de 10 minutes ne serait pas respectée. Ceci est conforme aux orientations retenues pour le réexamen de sûreté. Néanmoins, l'ASN relève que le retour d'expérience d'exploitation montre que les indisponibilités des systèmes fixes d'extinction des réacteurs électronucléaires ne sont pas marginales (44 événements impliquant l'indisponibilité de systèmes fixes de lutte ont été recensés sur la période 1990-2012).

L'ASN vous demande, sous un an, d'analyser le retour d'expérience associé à l'indisponibilité des systèmes fixes de lutte et de lui transmettre vos conclusions.

Dans le cadre de cette étude, EDF s'intéresse uniquement aux protections passives requises au titre de la prévention des modes communs de câblage ou mécaniques. Ceci est conforme aux orientations retenues pour le réexamen de sûreté.

Néanmoins, pour ce qui concerne le palier P4, le local NA0404 de la zone de feu de sûreté (ZFS) N0480 est un local « à possibilité de feu généralisé » (PFG) associé à la voie A. La ZFS N0480 abrite la pompe de charge RCV³ de la voie A. Le local NA0405 appartient à la ZFS N0481 adjacente et abrite la pompe RCV voie B. Pour éviter les risques de mode commun interzones, un écran de cantonnement sous plafond est nécessaire. Cette protection, classée coupe-feu de degré minimal 30 minutes, est requise au titre de la justification des zones de feu de sûreté. Dans son étude de justification de la sectorisation incendie, EDF écarte la vérification du dimensionnement de cette retombée sous plafond.

Compte-tenu de la demande du chapitre A, relative à la nécessité de mettre à jour la démonstration de l'efficacité des zones de feu de sûreté, l'ASN estime nécessaire que le risque de mode commun de défaillance dû à l'incendie soit réexaminé pour les pompes RCV.

L'ASN vous demande, quand vous disposerez des éléments conclusifs relatifs aux demandes du chapitre A concernant les effets induits par les fumées sur le fonctionnement des équipements, de transmettre un calendrier associé au réexamen du risque de mode commun de défaillance des pompes RCV dû à l'incendie.

Résultats de l'étude

Les calculs de marges effectués par EDF sur le palier P4 font ressortir que toutes les enveloppes des chemins de câbles et des protections passives prises en compte présentent une marge d'au moins 10 minutes entre la durée significative de feu du local et leur durée de résistance au feu.

³ RCV : circuit de contrôle volumétrique et chimique

Concernant le palier P4, six locaux abritant des protections de modes communs de câblage ou de moyens minimaux de conduite ne présentent pas une marge de 10 minutes (LC0508, LC0608, LC0708, RB1007, RC1007 et RD1008).

Les locaux LC 0508, LC 0608 et LC 0708 constituent une gaine technique de remontée de câbles sur trois niveaux. Vous avez réévalué les durées significatives de feu de ces locaux en considérant qu'entre chacun de ceux-ci, les traversées présentent une durée de résistance au feu équivalente à celle de leur sectorisation. Dans ce cas, le local LC0608 présenterait une marge supérieure à 10 minutes et ne nécessiterait aucune modification. L'ASN note à ce titre que vous vous êtes engagés à compléter les exigences de requis vis-à-vis de ces traversées vous permettant ainsi de valider votre réévaluation pour ce local.

Les locaux LC0508 et LC0708, ne présentent pas une marge de 10 minutes même après votre réévaluation. Vous considérez cependant qu'aucune modification n'est nécessaire, le risque de départ de feu vous apparaissant négligeable du fait de la nature des câbles (câbles de mesure). Pour l'ASN, cet argument n'est pas cohérent avec la démonstration du dimensionnement de la sectorisation incendie sur les réacteurs électronucléaires qui est fondée sur une approche déterministe. De plus, lors de la visite du réacteur n° 1 de Paluel le 21 mars 2013, EDF a indiqué la présence, dans ces locaux LC0508 et LC0708, de câbles de puissance et également de câbles alimentant le système SEC⁴ important pour la sûreté.

L'ASN vous demande, de transmettre sous trois mois des éléments complémentaires vous permettant de justifier le bon dimensionnement de la sectorisation incendie des locaux LC0508 et LC0708 du secteur de feu de sûreté⁵ SFS L0880, conformément à votre démarche de vérification.

A défaut, l'ASN vous demande préalablement à la remise des futurs rapports de réexamen pour chaque réacteur du palier P4, de renforcer les protections incendie des locaux LC0508 et LC0708 du secteur de feu de sûreté SFS L0880, notamment la sectorisation incendie contre les modes communs de câblage et celle des traversées en plancher, afin qu'elles soient adaptées aux incendies qui peuvent s'y produire.

L'objectif d'une marge de 10 minutes entre la durée significative de feu des locaux RB1007, RC1007 et RD1008, qui constituent un espace annulaire du bâtiment réacteur, et le degré de résistance au feu de la protection passive incendie de ces locaux n'est pas respecté.

Vous avez donc réévalué les durées significatives de feu de ces locaux en considérant la localisation plus réaliste des masses combustibles dans l'espace annulaire que constituent ces locaux. Le dimensionnement au feu des enveloppes de chemins de câbles est jugé satisfaisant.

Cependant, vous n'avez pas justifié que la protection passive, dans le local RB1007, requise au titre de la prévention des modes communs de câblage et mécaniques, offre une durée de résistance au feu suffisante.

L'ASN vous demande, de transmettre sous trois mois des éléments complémentaires vous permettant de justifier le bon dimensionnement de la sectorisation incendie du local RB1007 de la zone de feu de sûreté ZFS R0681, conformément à votre démarche de vérification.

A défaut, l'ASN vous demande préalablement à la remise des futurs rapports de réexamen pour chaque réacteur du palier P4, de renforcer les protections incendie des modes communs de câblage et mécaniques du local RB1007 de la zone de feu de sûreté ZFS R0681 afin qu'elles soient adaptées aux incendies qui peuvent s'y produire.

⁴ SEC : circuit d'eau brute secourue

⁵ Secteur de feu de sûreté (SFS) : Ensemble de locaux délimité par des éléments tels que murs, portes, clapets... Les parois du secteur de feu ont un degré de résistance au feu défini dans les directives incendie.

D. Démonstration de sûreté nucléaire

La problématique des effets induits par les fumées d'incendie sur le fonctionnement des équipements fait l'objet de demandes d'études et d'analyses depuis l'examen de la protection contre l'incendie dans les réacteurs électronucléaires par le GPR en 2002. Ce thème nécessitait un certain délai pour la réalisation d'essais et l'analyse des résultats de ces derniers. L'ASN a défini le troisième réexamen de sûreté des réacteurs de 1300 MWe comme le cadre d'instruction des études sur les effets induits par les fumées sur les équipements des réacteurs de 1300 MWe.

A ce titre, les réponses d'EDF concernant la prise en compte des effets induits par les fumées sur le fonctionnement des équipements peuvent nécessiter la mise à jour de la démonstration de sûreté nucléaire.

Il en est de même concernant l'impact des effets de pression dus à l'incendie sur la sectorisation incendie et le dimensionnement au feu des éléments de sectorisation incendie.

L'ASN vous demande donc de mettre à jour la version du rapport de sûreté générique du palier 1300 MWe à l'état VD3 en fonction du résultat de vos analyses et de la mise à jour de votre référentiel de maîtrise du risque d'incendie, de façon à intégrer ces éléments dans la démonstration de sûreté selon une démarche de défense en profondeur telle que définie dans l'arrêté du 7 février 2012 fixant les règles générales relatives aux installations nucléaires de base.