



DIRECTION DES CENTRALES NUCLEAIRES

Montrouge, le 8 août 2014

**Réf. : CODEP-DCN-2014-035410****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)  
Vérification de la conception des ouvrages de génie civil**

- Réf. :** [1] Note EMEGC111311 indice B du 28/06/2013 « VD3 1300 – Fiche CFT7 – Revue de conception du génie civil – Synthèse des actions menées par EDF »  
[2] Note ETGC/130444 indice A du 15/05/2014 « VD3 1300 – Fiche CFT7 – Démarche Séisme Événement appliqué aux ouvrages de génie civil de responsabilité CNEPE – Synthèse des résultats pour le site de Paluel »  
[3] Courrier D4550.34-13/0245 du 15/02/2013 « Déclaration d'un événement significatif pour la sûreté à caractère générique : défaut de qualification au séisme de la pince vapeur du palier P4 – Flamanville et Paluel »

Monsieur le Directeur,

Le programme d'instruction des études associées au réexamen de sûreté des réacteurs de 1300 MWe après 30 années de fonctionnement (VD3 1300) inclut la vérification de la conformité de la conception des ouvrages de génie civil à leurs exigences de sûreté.

Dans la continuité des études équivalentes précédemment réalisées dans le cadre du réexamen de sûreté des réacteurs de 900 MWe (VD3 900), la démarche de vérification de la conception des ouvrages de génie civil du palier 1300 MWe, explicitée dans la note en référence [1], a ainsi consisté dans un premier temps à sélectionner les ouvrages à vérifier en tenant compte :

- de l'importance des ouvrages de génie civil de l'îlot nucléaire et des ouvrages de site dans l'accomplissement d'une fonction de sûreté,
- des ouvrages ayant déjà fait l'objet d'une réévaluation précédente ou d'analyses complémentaires depuis leur conception,
- des problématiques de conception mises en évidence par des études réalisées sur les autres paliers,
- du lien des chargements de dimensionnement des ouvrages avec des exigences issues du domaine de fonctionnement accidentel ou des agressions.

Pour les ouvrages retenus à l'issue de cette première étape, la démarche de vérification a ensuite consisté :

- à s'assurer de la cohérence de l'ensemble des hypothèses, critères et méthodes de dimensionnement ;
- à vérifier la pertinence de la méthode de dimensionnement utilisée compte tenu du retour d'expérience et des pratiques actuelles.

Sur la base des résultats des études de vérification de la conception des ouvrages examinés, EDF conclut à la conformité de leur dimensionnement, à l'exception d'un écart de non tenue au séisme majoré de sécurité (SMS) détecté sur la pince vapeur des réacteurs de Paluel et du réacteur n°2 de Flamanville. Cet écart a fait l'objet d'une déclaration d'un événement significatif à l'ASN en février 2013 par le courrier en référence [3] et les travaux de remise en conformité ont été achevés avant la fin de l'année 2013.

Dans le cadre du réexamen VD3 1300, EDF a également retenu d'étendre ce programme de vérification de la conception des ouvrages de génie civil à la déclinaison de la démarche « séisme événement » :

- en identifiant parmi les ouvrages ne disposant pas d'une exigence de tenue au SMS ceux potentiellement agresseurs d'ouvrages classés « important pour la sûreté » (IPS) et disposant à ce titre d'une exigence de tenue sismique ;
- puis en étudiant le comportement sous sollicitation sismique de ces ouvrages potentiellement agresseurs.

Cette démarche « séisme événement » nécessitant de prendre en compte les spécificités de chaque site (ouvrages non génériques, plans de masses différents d'un site à l'autre,...) les études correspondantes engagées par EDF ne sont pas encore finalisées à ce stade et vont se poursuivre encore sur plusieurs années en amont des troisièmes visites décennales de chacun des sites.

\*

### **Conformité de la conception des ouvrages de génie civil à leurs exigences de sûreté**

Au terme de son instruction réalisée avec l'appui de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN), l'ASN considère que la méthode de sélection ainsi que la liste résultante des ouvrages de génie civil retenus par EDF sont satisfaisantes.

Concernant les études de vérification effectuées par EDF sur les ouvrages ainsi retenus, l'ASN les considère également satisfaisantes, à l'exception de la justification jugée insuffisante de la tenue de la pince vapeur du palier P4 à une explosion d'origine externe.

Vous trouverez en annexe la demande A1 de l'ASN relative aux compléments nécessaires pour pouvoir statuer sur ce sujet.

### **Vérification de la conception des ouvrages de génie civil des sites dans le cadre de la déclinaison de la démarche « séisme événement »**

L'ASN a également réalisé, avec l'appui de l'IRSN, l'instruction des premières études transmises par EDF relatives à la démarche « séisme événement » concernant le bâtiment BW<sup>1</sup> du palier P<sup>4</sup> et les ouvrages identifiés comme potentiellement agresseurs sur les sites de Paluel, Saint-Alban et Cattenom.

L'ASN considère ces premières études satisfaisantes, à l'exception de la justification de l'absence de ruine sous séisme du bâtiment H<sup>2</sup> du site de Paluel jugée insuffisante par l'ASN.

Vous trouverez en annexe les demandes B1 à B4 de l'ASN relatives à la tenue sous séisme de ce bâtiment H.

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

Le Directeur de la DCN,

**Thomas HOUDRÉ**

---

<sup>1</sup> Bâtiment BW : bâtiment d'exploitation

<sup>2</sup> Bâtiment H : bâtiment abritant de multiples locaux à usage tertiaire et industriel, dont la laverie et la station de déminéralisation.

## Demandes de l'ASN

### **A. Vérification de la conception de la pince vapeur du palier P4**

Le chapitre II.1.2 du rapport de sûreté standard édition VD2 du palier 1300MWe identifie l'exigence de stabilité des pinces vapeur du palier P4 en cas d'explosion d'origine externe caractérisée par une onde de surpression de 50 mbar.

Ce cas de charge n'ayant pas été pris en compte lors du dimensionnement initial des structures des pinces vapeur du palier P4, EDF n'a pas procédé à la vérification du comportement de ces structures en appliquant *a posteriori* des règles de conception dont le conservatisme aurait inévitablement conduit à conclure à des insuffisances du comportement de ces pinces vapeur avec des incursions dans le domaine plastique.

Aussi, dans le cadre d'une évaluation réaliste du comportement de ces structures en cas d'explosion, EDF considère que le retour d'expérience sur des structures semblables lors d'essais ou d'accidents de type AZF est suffisant pour permettre de conclure de manière qualitative que les pinces vapeur du palier P4 présentent une conception robuste à une onde de surpression de 50 mbar.

L'ASN considère que l'analyse qualitative du retour d'expérience issu d'autres types d'installations présentée par EDF ne permet pas de justifier avec un degré de confiance suffisant le comportement adéquat des pinces vapeur du palier P4 en cas d'explosion externe :

- la nature des dégâts potentiels peut être différente d'une structure à une autre car directement dépendante des caractéristiques de la structure soumise à l'explosion (géométrie et matériaux) ;
- la plupart des niveaux de surpression présentés dans le retour d'expérience ne sont pas issus de mesures, mais d'interprétations post-accidentelles réalisées sur la base de jugement d'expert.

L'ASN considère que l'absence d'une justification par le calcul du comportement d'une structure à une onde de surpression n'est acceptable que si le cas de charge considéré est inférieur à un seuil de découplage<sup>3</sup> préalablement déterminé sur la base d'une analyse détaillée du comportement mécanique de la structure soumise à ce type de chargement.

**Demande A1 (palier P4) : L'ASN vous demande, sous six mois, de compléter votre démonstration de l'intégrité des structures de la pince vapeur des réacteurs du palier P4 soumises aux effets d'une onde de surpression de 50 mbar :**

- soit en effectuant un calcul du comportement mécanique de ces structures ;
- soit en produisant une analyse détaillée du comportement mécanique de ces structures à une onde de surpression qui justifie que le seuil de découplage de ces structures est bien supérieur au cas de charge considéré de 50 mbar.

**Ces évaluations du comportement mécanique des pinces vapeur devront tenir compte des ouvertures en façade (prises d'air et portes) et de l'aspect non uniforme des chargements en pression appliqués aux différents éléments de structure.**

---

<sup>3</sup> Seuil de chargement en dessous duquel l'endommagement de la structure est suffisamment faible pour justifier de ne pas avoir besoin de vérifier le comportement de la structure par calcul

## **B. Démarche « séisme événement » : risque d'agression des galeries SEC par le bâtiment H de Paluel**

Dans le cadre de la déclinaison de la démarche « séisme événement » aux ouvrages de génie civil, vous avez identifié le bâtiment H du CNPE de Paluel comme agresseur potentiel des galeries SEC<sup>4</sup>.

Ce bâtiment se compose de six blocs en structure poteaux-poutres séparés par des joints de dilatation. L'analyse élastique linéaire du comportement sismique effectuée par EDF sur plusieurs blocs conclut à l'absence de tenue de l'ensemble des éléments en cas de SMS.

EDF a alors effectué en complément une analyse non linéaire pour un état limite qualifié de « quasi-effondrement » du bâtiment fondée sur les coefficients de ductilité locale des poteaux identifiés en dépassement de contrainte par l'analyse élastique. Sur la base de cette étude présentée dans la note en référence [2], EDF conclut à l'exclusion de la ruine d'ensemble du bâtiment H en cas de SMS et écarte ainsi le risque d'agression des galeries SEC.

Après l'instruction réalisée avec l'appui de l'IRSN, l'ASN considère que cette étude du comportement non linéaire du bâtiment H du site de Paluel comporte des insuffisances explicitées ci-après qui ne permettent pas à l'ASN de pouvoir statuer en l'état sur l'absence de ruine de ce bâtiment en cas de SMS.

### ➤ **Justification des coefficients de ductilité retenus**

L'ASN remarque que des coefficients de ductilité importants et largement supérieurs aux valeurs admises jusqu'à présent dans le cadre des réexamens de sûreté<sup>5</sup> sont valorisés dans cette analyse non linéaire sans pour autant être justifiés.

**Demande B1 (Paluel) : L'ASN vous demande, sous six mois, de justifier l'adéquation de la capacité ductile de la structure valorisée dans l'analyse non linéaire du comportement du bâtiment H en regard des dispositions constructives du ferrailage des éléments en dépassement de contrainte en cas de SMS. L'ASN vous demande en particulier de vérifier que les dispositions constructives du ferrailage des éléments concernés permettent de garantir dans les zones dissipatives l'absence de rupture par éclatement du béton et flambement des armatures comprimées.**

### ➤ **Prise en compte des instabilités de forme**

Les résultats obtenus par calcul modal spectral indiquent que les rotules plastiques se forment dans les poteaux plutôt que dans les poutres. Une telle localisation des rotules plastiques est contraire aux principes de la protection parasismique des bâtiments : la dissipation d'énergie aux extrémités des poteaux conduisant à un endommagement localisé du béton, la fonction de supportage assurée par les poteaux n'est alors plus garantie compte tenu d'un risque d'instabilité de forme locale.

Cette formation de rotules plastiques dans la grande majorité des poteaux du bâtiment ainsi que dans les traverses de portique est de nature à conduire à des déplacements importants de la structure et ainsi conduire à une instabilité de forme globale de l'ouvrage du fait d'une part de la distorsion entre les étages et d'autre part de la distorsion d'ensemble de la structure.

**Demande B2 (Paluel) : L'ASN vous demande, sous six mois, de compléter votre étude du comportement du bâtiment H en cas de SMS en tenant compte des instabilités de forme locale pour les éléments structuraux et globale pour l'ensemble de la structure.**

---

<sup>4</sup> Galeries SEC : galeries abritant les conduites du circuit SEC d'eau brute secourue provenant de la station de pompage

<sup>5</sup> Cf. valeurs recommandées dans le tableau III.2 de l'appendix III du safety report n°28 de l'AIEA « seismic evaluation of existing nuclear power plants »

➤ **Prise en compte des effets d'entrechoquement des blocs constituant le bâtiment**

L'ASN relève que l'analyse non linéaire du comportement du bâtiment H en cas de SMS n'a porté que sur l'étude du comportement des deux blocs identifiés comme agresseurs des galeries SEC en prenant en compte le risque d'entrechoquement avec les autres blocs sous la forme d'une force statique équivalente dont la caractérisation n'est pas justifiée.

En outre, l'étude présentée n'apporte aucun élément quant au risque d'endommagement des poteaux de la structure lors de ces entrechoquements.

**Demande B3 (Paluel) : L'ASN vous demande, sous six mois, de justifier les caractéristiques retenues pour la force statique équivalente utilisée pour modéliser les interactions des deux blocs étudiées avec les autres blocs de l'ouvrage et de compléter votre étude par une analyse du risque d'endommagement des poteaux de la structure lors de ces entrechoquements.**

➤ **Solutions envisageables dans l'hypothèse de la ruine du bâtiment H en cas de SMS pour maintenir la fonction de sûreté assurée par le circuit SEC**

**Demande B4 (Paluel) : Compte tenu des incertitudes sur les résultats issus de l'ensemble des compléments d'études et de justifications associés aux demandes B1 à B3, l'ASN vous demande d'engager dès à présent l'examen des solutions envisageables pour pouvoir, en cas de SMS, assurer le maintien de la fonction de sûreté du circuit SEC dans l'hypothèse de la ruine du bâtiment H.**