

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

## *Avis IRSN n° 2020-00083*

<b>Objet ....</b>	Réacteurs électronucléaires - EDF - Paliers CP0/CPY - Instructions des études associées au quatrième réexamen périodique des réacteurs de 900 MWe - Expertises complémentaires relatives au thème « limitation et prévention des accidents graves »
<b>Réf(s)....</b>	[1] Avis IRSN/2019-00042 du 1er mars 2019 [2] Avis IRSN/2019-00051 du 13 mars 2019 [3] Avis IRSN/2019-00250 du 13 novembre 2019 [4] Saisine ASN CODEP-DCN-2020-024916 du 17 avril 2020
<b>Nbre de page(s) ....</b>	7

### Contexte

Dans le cadre de l'extension de la durée de fonctionnement des réacteurs de 900 MWe au-delà de 40 ans et de la mise en œuvre d'améliorations de la robustesse des réacteurs aux situations extrêmes suite à l'accident nucléaire survenu à la centrale de Fukushima Dai-ichi en mars 2011, et en complément de la mise en place d'un ensemble de dispositions nouvelles dites « noyau dur » destinées à réduire le risque de fusion du cœur, Electricité de France (EDF) met en œuvre un ensemble de dispositions spécifiques et une conduite adaptée visant à éviter les conséquences durables dans l'environnement en cas d'accident avec fusion du cœur. Les accidents graves maîtrisés ne doivent conduire qu'à des mesures de protection des populations très limitées en termes d'étendue et de durée.

En particulier, la stratégie retenue par EDF vis-à-vis de la limitation du risque de percement du radier du puits de cuve du réacteur par interaction entre le béton et le corium consiste, après la rupture de la cuve, en une phase d'étalement à sec du corium, tout d'abord sur le radier du puits de cuve puis, après ablation d'une trappe fusible, sur le radier du local de l'instrumentation interne du cœur (RIC) adjacent au puits de cuve, suivie d'un noyage du corium étalé par de l'eau. Le risque principal associé à une présence d'eau dans la zone d'étalement du corium au moment de la rupture de la cuve est l'étalement incomplet du corium. En effet l'étalement du corium en présence d'eau peut conduire, par refroidissement transitoire, à

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 8 440 546 018

réduire la surface d'étalement et ainsi augmenter l'épaisseur de radier ablaté par interaction entre le béton et le corium et donc les risques de percée du radier.

Afin de garantir l'étalement à sec du corium, EDF a prévu la mise en oeuvre de dispositions pour éviter la présence d'eau dans la zone d'étalement pouvant résulter soit de dysfonctionnements lorsque le réacteur est en exploitation normale, soit du fonctionnement de l'aspersion dans l'enceinte lors de l'accident. Parmi ces dispositions, EDF a notamment prévu :

- des dispositifs d'étanchéité des puits d'accès aux chambres de mesure neutronique (RPN) ;
- des modifications pour éviter une remontée de l'eau des puisards du système de purges et événements (RPE) vers le puits de cuve et le local RIC ;
- sur les réacteurs du Bugey, un anneau d'étanchéité entre le fond de la piscine du bâtiment réacteur et la cuve.

Ces différentes dispositions ont fait l'objet d'analyses de la part de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) en 2019 dans le cadre de plusieurs avis, cités en première, deuxième et troisième références, à la fois pour les réacteurs du Bugey et pour les réacteurs du palier CPY dont les configurations sont différentes. À l'issue de ces expertises, l'IRSN avait conclu que leur mise en oeuvre n'induisait pas de risque de régression pour la sûreté, notamment au regard du risque de pressurisation excessive du puits de cuve lors de certains accidents du domaine de dimensionnement. Toutefois, des compléments de la part d'EDF avaient été estimés nécessaires pour pouvoir conclure à leur caractère suffisant vis-à-vis de la stratégie de gestion des accidents graves. Ces compléments ont depuis été transmis.

Ainsi, par la lettre citée en quatrième référence, l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) a demandé l'avis de l'IRSN sur la suffisance de ces dispositions. L'ASN requiert également l'avis de l'IRSN sur la stratégie de détection d'une présence d'eau au fond du puits de cuve ou du local RIC pour les réacteurs du Bugey et les réacteurs du palier CPY. L'IRSN présente ci-après les conclusions de son expertise.

#### **Description générale des dispositions d'étanchéité**

L'étanchéité à l'eau provenant du système d'aspersion dans l'enceinte est assurée par l'installation de nouveaux dispositifs d'étanchéité entre le fond de la piscine du bâtiment réacteur (BR) et le puits de cuve.

Dans le cas des réacteurs du Bugey uniquement, il existe un espace libre autour de la cuve permettant un écoulement d'eau de la zone de la piscine réacteur vers le puits de cuve. Un anneau d'étanchéité entre le fond de la piscine du BR et la cuve assurera l'étanchéité au niveau de cet espace lorsque le réacteur est en fonctionnement. Un autre dispositif, existant, continuera à assurer l'étanchéité autour de la cuve lors des opérations de déchargement et de chargement du combustible nécessitant le remplissage de la piscine du réacteur lorsque le réacteur est à l'arrêt.

Pour les réacteurs du Bugey et les réacteurs du palier CPY, une autre voie d'eau existe par l'intermédiaire des huit puits d'accès aux chambres neutroniques RPN. Une des difficultés de la conception de ces dispositifs d'étanchéité réside dans le fait que ces passages constituent également des exutoires nécessaires, lors de certains accidents du domaine de dimensionnement, pour éviter une pressurisation trop importante du puits de cuve.

Dans le cas des réacteurs du Bugey, la fonction d'exutoire de pression pour ces accidents est assurée par l'anneau d'étanchéité autour de la cuve, ce qui permet une conception simple du dispositif d'étanchéité des puits d'accès aux chambres neutroniques RPN qui est constitué de tapes munies de joints d'étanchéité.

Pour les réacteurs du palier CPY, en dehors des états d'arrêt avec remplissage de la piscine du réacteur, ces puits d'accès aux chambres neutroniques RPN doivent permettre la dépressurisation du puits de cuve dans les situations d'accidents du domaine de dimensionnement qui le nécessitent. Pendant le fonctionnement normal du réacteur, ces puits d'accès sont obturés par des « galettes » de protection neutronique simplement posées, qui doivent pouvoir être éjectées en cas de surpression dans le puits de cuve. EDF a en conséquence conçu un dispositif d'étanchéité venant se positionner sur ces puits d'accès, permettant d'assurer le rôle d'exutoire de pression du puits de cuve tout en empêchant l'entrée d'eau dans le puits de cuve provenant, d'une part, directement de l'aspersion dans l'enceinte et, d'autre part, de la lame d'eau présente au fond de la piscine BR. L'étanchéité à la lame d'eau accumulée au fond de la piscine BR est assurée grâce à des batardeaux positionnés autour de chaque puits auxquels sont associés des joints d'étanchéité. L'étanchéité à l'eau provenant du système d'aspersion dans l'enceinte est assurée par un « poussoir » muni d'un capot, posé sur les galettes de protection neutronique, qui est éjecté en cas de surpression dans le puits de cuve. Dans ce cas de figure, des volets se rabattent et permettent de maintenir l'étanchéité à l'eau d'aspersion après éjection des galettes de protection neutronique et du poussoir.

L'étanchéité de la zone d'étalement vis-à-vis des remontées d'eau par les drains du système RPE est quant à elle assurée grâce à l'installation de nouveaux équipements : pour le puits de cuve des réacteurs du Bugey et des réacteurs du palier CPY ainsi que pour le local RIC des réacteurs du palier CPY, l'étanchéité est réalisée par l'installation d'un nouveau robinet au niveau des drains du système RPE de ces locaux ; pour le local RIC des réacteurs du Bugey, EDF a choisi d'installer un clapet anti-retour sur le drain du système RPE en sortie du local.

#### Analyse de l'IRSN

- **Dispositifs d'étanchéité situés entre le fond de la piscine BR et le puits de cuve pour les réacteurs du Bugey**

Sur les réacteurs du-Bugey, l'anneau d'étanchéité situé entre la cuve et le fond de la piscine du BR ainsi que les tapes d'obturation des puits d'accès aux chambres RPN sont munis de joints d'étanchéité. Ces dispositifs sont démontés lors de chaque arrêt du réacteur nécessitant le remplissage de la piscine du réacteur et remis en place avant son redémarrage. Au cours de son expertise, l'IRSN a constaté qu'EDF n'avait pas considéré l'usure des joints due à ces opérations de démontage et de remontage des dispositifs. Sur ce point, EDF s'est engagé à procéder au changement systématique des joints d'étanchéité lors de la pose des dispositifs et à intégrer ce changement dans les gammes d'exploitation établies et déclinées dans le cadre du réexamen de sûreté associé aux quatrièmes visites décennales des réacteurs de 900 MWe, ce qui est satisfaisant. Ceci fait l'objet de l'engagement en annexe 2.

Compte tenu de la conception de l'anneau d'étanchéité situé autour de la cuve et de l'engagement d'EDF susmentionné, l'IRSN estime que les dispositifs d'étanchéité prévus par EDF sur les réacteurs du Bugey permettent de garantir un étalement à sec du corium avec un niveau de confiance suffisant.

- **Dispositifs d'étanchéité situés entre le fond de la piscine BR et le puits de cuve pour les réacteurs du palier CPY**

Sur les réacteurs du palier CPY, les voies d'écoulement de l'eau entre le fond de la piscine du BR et le puits de cuve sont situées uniquement au niveau des puits d'accès aux chambres neutroniques RPN, qui doivent par ailleurs permettre la dépressurisation du puits de cuve dans les situations d'accidents du domaine de dimensionnement qui le nécessitent.

L'étanchéité à la lame d'eau accumulée au fond de la piscine BR est assurée grâce à des batardeaux positionnés autour de chaque puits auxquels sont associés des joints d'étanchéité. EDF s'est engagé au cours de l'expertise à

procéder au changement systématique des joints d'étanchéité à chaque arrêt de réacteur nécessitant le remplissage de la piscine du réacteur, **ce qui est satisfaisant. Ceci fait l'objet de l'engagement en annexe 2.**

L'étanchéité à l'eau provenant du système d'aspersion dans l'enceinte est assurée par un poussoir muni d'un capot qui est éjecté en cas de surpression dans le puits de cuve. Dans ce cas de figure, des volets se rabattent en vue d'assurer l'étanchéité du puits de cuve après éjection des galettes de protection neutronique et du poussoir.

**À l'issue de son expertise, l'IRSN n'a pas de remarque particulière à formuler sur le dispositif lorsque celui-ci fonctionne en configuration avec le poussoir non éjecté.**

En revanche, l'IRSN estime que la conception du dispositif est complexe et que, de ce fait, la démonstration de son bon fonctionnement en cas d'éjection du poussoir est difficile à établir. Ainsi, l'IRSN a examiné les conséquences potentielles de la défaillance du rabattement d'un certain nombre de volets après l'expulsion du poussoir. L'analyse a montré que, pour les scénarios les plus probables, la faible hauteur d'eau atteinte dans le puits de cuve ne remettrait pas en cause la stratégie d'étalement à sec du corium, les autres scénarios s'avérant hautement improbables.

**Compte tenu de ces éléments, l'IRSN estime que les dispositifs d'étanchéité prévus sur les réacteurs du palier CPY permettent de garantir un étalement à sec du corium avec un niveau de confiance suffisant.**

- **Détection de la présence d'eau dans les zones d'étalement lorsque le réacteur est en fonctionnement normal**

Lors du fonctionnement du réacteur, certains dysfonctionnements pourraient conduire à la présence d'eau dans le puits de cuve ou le local RIC. En conséquence, il convient qu'EDF s'assure que, dans cette situation, il est en mesure de détecter puis d'évacuer cette eau.

La démarche d'EDF est identique pour les zones du puits de cuve des réacteurs du Bugey et des réacteurs du palier CPY ainsi que pour le local RIC des réacteurs du palier CPY. Elle consiste à valoriser les capteurs existants pour identifier, lors du fonctionnement normal du réacteur, la présence d'eau. Cette détection enclenche la réalisation d'actions par les opérateurs et notamment l'ouverture d'un robinet pour drainer l'eau présente. L'IRSN considère que ces dispositions sont satisfaisantes.

En revanche, il n'y a pas de surveillance lors du fonctionnement normal du réacteur du niveau d'eau dans le local RIC pour les réacteurs du Bugey.

Dans le cadre de la maîtrise de l'étalement à sec du corium dans le local RIC pour les réacteurs du Bugey, EDF a choisi d'installer un clapet anti-retour sur le drain du système RPE du local RIC, qui a pour fonction d'évacuer l'eau présente dans le local RIC et d'empêcher les remontées d'eau depuis les puisards du bâtiment réacteur au travers du système RPE. Des moyens de détection d'éventuelles fuites au niveau des doigts de gant du système RIC situés dans le local RIC ainsi que les travaux réalisés par EDF visant à supprimer toutes les possibilités de voies d'eau provenant de l'extérieur de la zone d'étalement participent également à la maîtrise de l'étalement à sec du corium. L'IRSN convient que l'ensemble de ces dispositions devrait limiter les risques de présence d'eau dans le local RIC.

Cependant, au regard de l'importance du clapet pour la maîtrise de l'étalement à sec du corium et en l'absence de moyen de détection permanent d'une présence d'eau dans le local RIC, l'IRSN estime nécessaire que ce clapet fasse l'objet d'une surveillance en exploitation renforcée afin de s'assurer du respect des exigences de sûreté qui lui sont assignées (ouverture en cas de présence d'eau dans le local RIC, étanchéité en cas de remontée d'eau depuis les puisards RPE). À ce sujet, EDF a prévu un contrôle de la manoeuvrabilité du clapet lors d'un essai périodique réalisé

tous les dix ans au titre du chapitre IX des règles générales d'exploitation. Toutefois, EDF ne prévoit pas de vérifier l'étanchéité du clapet vis-à-vis des remontées d'eau. Pour l'IRSN, EDF doit compléter son programme de surveillance par la réalisation d'un essai périodique d'étanchéité. Par ailleurs, la périodicité de ces deux essais nécessite d'être justifiée. **Ceci fait l'objet de la recommandation en annexe 1.**

#### Conclusion

Sur la base des documents examinés et des compléments transmis par EDF au cours de l'expertise, l'IRSN estime satisfaisante la conception des dispositifs d'étanchéité des réacteurs de 900 MWe visant à garantir l'étalement à sec du corium. De plus l'IRSN estime que, sous réserve de la prise en compte de la recommandation présentée en annexe 1, la démarche mise en œuvre par EDF pour la détection d'eau dans le puits de cuve et le local RIC en fonctionnement normal est acceptable.

Pour le Directeur général et par délégation,  
Frédérique PICHEREAU  
Adjointe à la Directrice de l'expertise de sûreté

## Annexe 1 à l'avis IRSN n° 2020-00083 du 29 mai 2020

### Recommandation de l'IRSN

Afin de garantir, pour les réacteurs du Bugey, la stratégie d'étalement à sec du corium en cas d'accident grave, et en l'absence de moyen de détection permanent d'une présence d'eau dans le local RIC lors du fonctionnement du réacteur, l'IRSN recommande qu'EDF intègre, au chapitre IX des règles générales d'exploitation, en complément de l'essai de libre manœuvre, un essai d'étanchéité du clapet RPE 060 VE. La périodicité de ces deux essais devra être justifiée au regard des modes de défaillance possibles du clapet et du retour d'expérience d'exploitation associé.

## Annexe 2 à l'avis IRSN n° 2020-00083 du 29 mai 2020

### Engagements principaux de l'exploitant

Le remplacement des joints d'étanchéité des dispositifs implantés en piscine BR sera réalisé de manière systématique au cours des arrêts de tranche post-VD4.

EDF déclinera ce changement systématique des joints au travers de nouvelles gammes d'exploitation mutualisées, établies et déclinées dans le cadre de la VD4-900. Ces gammes ne pourront être modifiées localement par les CNPE sans accord du prescripteur.

En particulier, il n'existe pas actuellement de PBMP accueillant des gestes spécifiques sur les dispositifs implantés en tête des chambres RPN. Par contre, des gammes d'exploitation sont actuellement utilisées sur les CNPE pour réaliser les gestes nécessaires. La déclinaison de ces gestes, de responsabilité EDF, au niveau des gammes d'exploitation est donc plus pertinente compte-tenu des organisations en place sur CNPE.