

Fontenay-aux-Roses, le 14 juin 2021

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

## AVIS IRSN N° 2021-00100

---

**Objet :** EDF – REP – Tous paliers – Anomalie de serrage des brides de support des diaphragmes de la ligne de débit nul de l'injection de soude du circuit d'aspersion de l'enceinte (EAS)

---

**Réf. :** Saisine de l'ASN – CODEP-DCN-2012-040076 du 11 mars 2013.

---

### 1. INTRODUCTION

Conformément à la saisine en référence, l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) a analysé l'événement significatif pour la sûreté survenu le 19 avril 2021 sur le réacteur n° 2 de la centrale nucléaire de Penly, concernant la résistance mécanique des vis des brides de support de deux diaphragmes présents sur le circuit d'aspersion de l'enceinte (EAS).

Le système EAS est un système de sauvegarde constitué de deux voies distinctes et redondantes. Chacune des voies comprend notamment une pompe, un échangeur, des tuyauteries d'aspersion situées dans le bâtiment réacteur (BR) et une rampe d'aspersion située sous le dôme du BR.

En cas de brèche de taille importante sur le circuit primaire, la pression dans l'enceinte de confinement augmente. Dans un tel cas, le système d'aspersion est mis en service automatiquement afin d'abaisser la pression dans l'enceinte de confinement et de favoriser la rétention des produits de fission volatils, dont l'iode, en les rabattant.

De plus, afin de maintenir en phase liquide l'iode absorbé qui pourrait être émis notamment en situation d'accident avec fusion du cœur, une solution de soude augmentant la valeur du pH est mélangée à l'eau à l'aide d'éjecteurs. Le circuit d'injection de soude est mis en service automatiquement avec l'aspersion directe, après une temporisation de cinq minutes<sup>1</sup>.

Afin d'assurer l'homogénéisation de la solution de soude et d'éviter une cristallisation, et ce pour chacune des deux voies redondantes, une pompe de brassage fonctionne à intervalles réguliers. Cette pompe dispose d'une ligne de débit nul afin de garantir son bon fonctionnement grâce à un débit suffisant à son refoulement.

---

<sup>1</sup> Cette temporisation permet d'éviter l'injection de soude dans l'enceinte en cas de démarrage intempestif de l'aspersion.

## 2. DESCRIPTION DE L'ÉCART

### 2.1. DETECTION DE L'ÉCART

Dans le cadre de contrôles visuels réalisés par l'exploitant du réacteur n° 2 de la centrale nucléaire de Penly en amont de l'arrêt de 2021, des « inétanchéités » ont été constatées le 28 septembre 2020 au niveau de deux diaphragmes. Il s'agit du diaphragme de chacune des deux lignes de débit nul des pompes de brassage des bâches à soude du système EAS.

À la suite de ce constat, lors de la préparation de l'intervention pour remettre les diaphragmes en conformité, l'exploitant a recherché le couple de serrage à appliquer dans les dossiers des précédentes interventions. Un dossier datant de 2003 mentionne un couple de serrage de 10 daN.m. Ce couple de serrage est appliqué lors de l'intervention d'avril 2021 et une requalification fonctionnelle est réalisée.

Cette valeur de 10 daN.m est ensuite remise en question par un intervenant d'EDF qui demande une vérification par le calcul. Celle-ci montre que le couple de serrage à appliquer est uniquement de 3,3 daN.m. Les éléments de boulonnerie et les brides sont alors remplacés et ce nouveau couple de serrage est appliqué.

### 2.2. CONSEQUENCES POUR LA SURETE SELON EDF

Dans le cadre de la déclaration de l'événement significatif, EDF a indiqué que l'application d'un couple de serrage de 10 daN.m a engendré un dépassement des contraintes admissibles des éléments de la boulonnerie et des brides des diaphragmes : ces éléments ont potentiellement été déformés plastiquement. Cependant, ils sont restés intègres et EDF indique qu'aucune « fuite » n'a été détectée malgré l'inétanchéité constatée.

Toutefois, ces sur-serrages mettent en cause le bon comportement mécanique de la liaison autour des diaphragmes, dont l'intégrité n'aurait pas été garantie en cas de séisme. Par conséquent, la fonction d'injection de soude par le circuit EAS n'aurait pas pu être considérée comme totalement disponible en cas de brèche sur le circuit primaire consécutive à un séisme.

## 3. ANALYSE DE L'IRSN

### 3.1. CONSEQUENCES VIS-A-VIS DE LA SURETE

L'évaluation des conséquences vis-à-vis de la sûreté est réalisée en considérant, de manière pénalisante, une situation de brèche sur le circuit primaire qui conduit au démarrage automatique de l'EAS, cumulée à un séisme.

Pour évaluer les conséquences de cette anomalie de serrage, l'IRSN considère, de manière pénalisante, qu'une rupture complète de la tuyauterie au niveau des diaphragmes est susceptible de se produire en cas de séisme, pour les deux voies du circuit EAS. En effet, étant donné la potentielle plastification des éléments filetés, une rupture de la liaison sous l'effet d'une sollicitation supplémentaire, comme un séisme, ne peut pas être exclue. Compte tenu de la position de cette brèche sur le circuit EAS, l'injection de soude serait perdue pour les deux voies du circuit EAS. De plus, cette brèche conduirait à une baisse de niveau des bâches à soude.

Si le niveau bas est atteint avant l'ouverture de la ligne d'injection de soude, cette dernière est isolée avec comme conséquences un rabattement de l'iode gazeux par l'aspersion moins efficace et une dégradation de la fonction de rétention des produits de fission dans la phase liquide.

A contrario, si le niveau bas dans la bêche à soude n'est pas atteint avant l'ouverture de la ligne d'injection de soude (soit cinq minutes après l'ordre de démarrage de l'aspersion par le circuit EAS), la brèche au niveau des

diaphragmes conduit à une admission d'air via les éjecteurs à l'aspiration des pompes EAS. Cette aspiration d'air peut causer *in fine* leur désamorçage par vortex<sup>2</sup>.

L'IRSN considère ainsi de manière pénalisante que, en cas de brèche sur le circuit primaire cumulée à un séisme, les fonctions de sûreté relatives à l'évacuation de la puissance et au confinement des matières radioactives ne seraient pas assurées, du fait de l'anomalie de serrage pouvant conduire à la rupture potentielle des deux lignes d'injection de soude et par suite à la perte des deux voies du circuit EAS. L'analyse des conséquences de l'événement présentée par EDF est incomplète car EDF ne considère pas l'indisponibilité totale de l'EAS. **Ce point fait l'objet de l'observation en annexe 2.**

De plus, l'IRSN note que la valeur de 3,3 daN.m déterminée par l'exploitant a été obtenue par le calcul, conduisant au remplacement des assemblages boulonnés en avril 2021, et que l'origine de la valeur de 10 daN.m initialement appliquée n'a pas pu être déterminée.

Ainsi, l'IRSN considère qu'EDF doit justifier la valeur du couple de serrage à appliquer aux vis de liaison des brides des diaphragmes présents sur les lignes de débit nul des pompes de brassage des bâches à soude du circuit EAS des réacteurs de 1300 MWe. **Ce point fait l'objet de la recommandation n° 1 en annexe 1.**

### 3.2. VERIFICATION DE L'ABSENCE DU CARACTERE GENERIQUE

Comme indiqué ci-dessus, les sur-serrages constatés étaient de nature à causer l'indisponibilité des deux voies du système de sauvegarde EAS sur le réacteur n° 2 de la centrale nucléaire de Penly. Or, des défauts similaires pourraient affecter d'autres brides des diaphragmes des circuits de sauvegarde ainsi que d'autres réacteurs du parc en exploitation.

Ainsi, l'IRSN considère qu'EDF doit s'assurer que les couples de serrage prescrits pour les brides des diaphragmes des systèmes de sauvegarde de l'ensemble des réacteurs du parc en exploitation sont corrects. Si tel n'était pas le cas, l'IRSN considère que l'état des liaisons concernées doit être vérifié *in situ* et que le montage doit être repris afin d'appliquer le bon couple de serrage. **Ce point fait l'objet de la recommandation n° 2 en annexe 1.**

IRSN

Le Directeur général

Par délégation

Frédérique PICHEREAU

Adjoint au Directeur de l'expertise de sûreté

---

<sup>2</sup> Le phénomène de vortex survient lorsqu'une pompe fonctionne en aspirant un mélange diphasique liquide/gaz. Un tourbillon se crée alors, provoquant rapidement le désamorçage de la pompe.

## **ANNEXE 1 A L'AVIS IRSN N° 2021-00100 DU 14 JUIN 2021**

### **Recommandations de l'IRSN**

#### **Recommandation n° 1**

L'IRSN recommande qu'EDF justifie, dans les meilleurs délais, la valeur de référence des couples de serrage à appliquer aux éléments filetés des brides des diaphragmes situés sur les lignes de débit nul des pompes de brassage des bâches à soude des réacteurs de 1300 MWe.

#### **Recommandation n° 2**

L'IRSN recommande qu'EDF vérifie que la valeur de référence des couples de serrage à appliquer aux éléments filetés des brides des diaphragmes présents sur les systèmes de sauvegarde pour l'ensemble des réacteurs du parc en exploitation est correcte. Si tel n'est pas le cas, l'IRSN recommande qu'EDF vérifie l'état des liaisons concernées, les remette en conformité le cas échéant et applique les bons couples de serrage.

## **ANNEXE 2 A L'AVIS IRSN N° 2021-00100 DU 14 JUIN 2021**

### **Observation de l'IRSN**

L'IRSN considère qu'EDF devrait compléter l'analyse des conséquences de l'événement en considérant que le système EAS n'était pas disponible.