

Monsieur le Directeur de la direction des centrales nucléaires

Fontenay-aux-Roses, le 14 octobre 2025

AVIS D'EXPERTISE N° 2025-00101 DU 14 OCTOBRE 2025

Objet : EDF – REP – DA RP4 1300 – Qualification du groupe motopompe d'injection aux joints (PIJ ND).

Référence : Saisine CODEP-DCN-2025-056539 du 11 septembre 2025 : « Saisine relative à la qualification du GMP PIJ ND – RP4 1300 ».

Dans le cadre du quatrième réexamen périodique des réacteurs de 1300 MWe (RP4 1300), EDF a identifié la nécessité de fiabiliser la fonction de secours de l'injection aux joints des pompes primaires (IJPP) et de permettre également une injection de bore à haute pression.

En fonctionnement normal, l'IJPP est réalisée par les pompes de charge du système RCV¹. L'IJPP est assurée par le démarrage de la pompe de test en moins de 2 minutes. Cette pompe est alimentée électriquement par le TAS² LLS³. Il s'agit d'une disposition du domaine complémentaire appelée « secours automatique de l'IJPP par alimentation électrique de la pompe de test par le TAS LLS ».

EDF a donc déposé une demande de modification matérielle consistant à remplacer la pompe de test actuelle par une pompe volumétrique triplex à trois pistons plongeurs appelée pompe d'injection aux joints des groupes motopompes primaires « noyau dur » (PIJ ND).

Dans ce contexte, en réponse à la saisine citée en référence, la Direction de l'expertise en sûreté a examiné la qualification de la PIJ ND, ainsi que celle des équipements électriques permettant son fonctionnement.

1. DESCRIPTION DE LA MODIFICATION

Les missions de la PIJ ND sont :

- d'éviter une brèche aux joints des pompes primaires en permettant, en situation H3⁴, le rétablissement sous 2 minutes de l'injection d'eau au niveau de ces joints afin de maintenir une température au niveau des joints inférieure à 200 °C et ainsi garantir l'intégrité du circuit primaire ;
- d'injecter de l'eau borée lorsque le circuit primaire est à haute pression, en aspiration sur la bêche PTR⁵, afin de maîtriser la réactivité du cœur et de participer au maintien de l'inventaire en eau du circuit primaire.

À l'instar de la pompe de test, la PIJ ND sera également utilisée pour réaliser l'épreuve hydraulique du circuit primaire principal (EHP) lors des visites décennales, y compris celle associée aux RP4 1300.

¹ RCV : Système de contrôle chimique et volumétrique du circuit primaire.

² TAS : Turbo alternateur de secours.

³ LLS : Système de production 380 V secours.

⁴ H3 : Accident de perte totale des alimentations électriques.

⁵ PTR : Circuit de refroidissement de la piscine de désactivation du combustible.

La PIJ ND est dimensionnée pour délivrer un débit constant de 8,2 m³/h à des pressions de refoulement importantes (180 bar lorsqu'elle est utilisée pour l'injection aux joints des pompes primaires et 217 bar lors de l'EHP), pour un débit requis dans les études de sûreté de 7,2 m³/h.

La PIJ ND est composée d'une pompe, d'un moteur et de ses accumulateurs. Elle sera positionnée en lieu et place de la pompe de test. L'armoire d'alimentation de la pompe de test sera déposée et l'alimentation de la PIJ ND sera assurée par une nouvelle armoire et un nouveau transformateur appartenant au système LLS.

2. QUALIFICATION DE LA POMPE

Afin de justifier la qualification de la PIJ ND, EDF a utilisé la méthode mixte : la démonstration s'appuie donc sur des essais et des calculs. La qualification a été réalisée avec une pompe identique à celles qui seront installées sur les sites. Dans ce cadre, EDF doit démontrer le respect des exigences suivantes :

- la résistance à la pression du fluide ;
- la vérification de l'opérabilité pendant et après séisme « noyau dur » ;
- les performances requises de la pompe ;
- le maintien des performances requises dans le temps ;
- la vérification du comportement à l'irradiation en situation normale et accidentelle des matériaux non métalliques (matériaux plastiques, lubrifiants, etc.).

Les principes de démonstration de la qualification de la PIJ ND retenus par EDF n'appelle pas de remarque de la part de la Direction de l'expertise en sûreté. Lors de son expertise, la Direction de l'expertise en sûreté a analysé les différents requis mentionnés ci-après pour s'assurer que les différentes exigences permettant de justifier de la qualification de la PIJ ND sont bien respectées.

Les calculs menés par EDF, complétés par un essai d'épreuve hydrostatique, permettent de démontrer la tenue mécanique de l'enceinte sous pression.

EDF a démontré l'opérabilité de la PIJ ND et la tenue de son châssis pendant et après séisme « noyau dur » par calcul.

Les essais de performances, incluant les différentes situations dans lesquelles la pompe devra fonctionner sur site, et d'endurance réalisés par EDF, complétés par une expertise finale (démontage de la pompe), ont permis de démontrer le respect des capacités hydrauliques attendues de la pompe, ainsi que sa capacité à fonctionner en situations accidentelles.

La démonstration de la tenue aux conditions thermohydrauliques accidentelles des éléments métalliques a été réalisée lors la vérification de la tenue au séisme et à la pression en considérant les températures des conditions thermohydrauliques accidentelles.

Pour les éléments pouvant être sensibles à l'irradiation et aux conditions thermohydrauliques accidentelles (joints élastomères, huile, etc.), ces derniers sont homologués PMUC⁶. Ceci garantit la tenue des éléments précités à l'irradiation et aux conditions thermohydrauliques accidentelles.

Compte tenu des éléments présentés par EDF au cours de l'expertise, la Direction de l'expertise en sûreté considère que la pompe est qualifiée aux conditions thermodynamiques accidentelles et aux chargements induits par un séisme « noyau dur ».

⁶ PMUC : Produits et Matériaux Utilisable en Centrale.

3. QUALIFICATION DE LA PARTIE ÉLECTRIQUE

Le déploiement de la PIJ ND nécessite la mise en œuvre d'une nouvelle chaîne d'alimentation électrique depuis le tableau LHC 001 TB composée :

- d'un transformateur HTA/BT 800 kVA 6,6 kV/380 V ;
- d'une armoire d'alimentation et de contrôle-commande de la PIJ ND ;
- d'un moteur BT 90 kW.

Ces équipements ont fait l'objet d'une qualification dédiée par EDF. Par ailleurs, EDF a également communiqué le programme de qualification de l'armoire d'alimentation, ainsi que le rapport d'essais de qualification associé.

Concernant l'armoire d'alimentation, EDF a transmis le dossier contenant le programme de qualification de l'armoire spécimen, sa note de synthèse et son rapport des essais de qualification. Seuls les équipements électroniques (analogique ou numérique) nécessitent de subir des essais d'irradiation pour être qualifiés K3ad⁷.

La Direction de l'expertise en sûreté relève la mise en œuvre d'un disjoncteur de type ANFL. Pour rappel, cette catégorie de disjoncteur nécessite, en sus de la qualification, des dispositions d'exploitation spécifiques pour garantir la pérennité de cette qualification. La qualification K3⁸ de l'armoire et des matériels embarqués est prononcée pour une durée de vie de 40 ans hormis pour les équipements avec semi-conducteurs qui sont qualifiés pour 37,5 ans. **La Direction de l'expertise en sûreté considère que ceci est satisfaisant sous réserve que les températures considérées soient cohérentes avec les études thermiques à venir.**

Lors des essais de qualification du transformateur, EDF a mis en évidence un manque de polymérisation de l'imprégnation isolante, ainsi qu'un mauvais positionnement dans le transformateur d'un isolateur et d'une réglette. Ceci a conduit EDF à réaliser des modifications sur ce transformateur. La Direction de l'expertise en sûreté estime que les modifications apportées sont satisfaisantes et corrigent le défaut mis en exergue lors des premiers essais de qualification du transformateur. L'examen des résultats des essais, combinant ceux relatifs à l'ancienne et à la nouvelle configuration du transformateur, permet à **la Direction de l'expertise en sûreté de conclure à la qualification K3 du transformateur aux conditions de fonctionnement normales et accidentelles sous spectre enveloppe des séismes de dimensionnement, majorés de sécurité et « noyau dur ».** Cette qualification est prononcée pour une durée de vie de 40 ans sous réserve que les températures considérées soient cohérentes avec les études thermiques à venir.

La qualification K3ad du moteur a quant-à-elle été obtenue par méthode mixte (essais, notes de calcul justifiant la tenue au séisme « noyau dur » et analyse du retour d'expérience). Ceci est conforme au cahier des spécifications techniques d'EDF sur les moteurs asynchrones. La Direction de l'expertise en sûreté a analysé le procès-verbal des essais qui n'appelle pas de commentaire. **La Direction de l'expertise en sûreté considère que la qualification du moteur est acquise aux conditions K3ad sous réserve que les températures considérées soient cohérentes avec les études thermiques à venir.**

Sur la base des éléments précédents, la Direction de l'expertise en sûreté considère que la qualification des équipements électriques nécessaires à la PIJ ND des réacteurs de 1300 MWe est acquise sous réserve que les températures considérées soient cohérentes avec les études thermiques à venir.

4. CONCLUSION

Dans le cadre du quatrième réexamen périodique des réacteurs de 1300 MWe, EDF a identifié la nécessité de fiabiliser la fonction de secours de l'IJPP. La modification déposée par EDF répond à cet objectif en remplaçant l'actuelle pompe par une pompe volumétrique triplex à trois pistons plongeurs appelée « pompe d'injection aux joints des groupes motopompes primaires « noyau dur » (PIJ ND) » pour assurer la fonction de secours d'IJPP en situation H3 et « noyau dur ».

⁷ K3ad : Matériel situé en dehors du bâtiment réacteur et devant fonctionner à une ambiance dégradée et pendant un séisme.

⁸ K3 : Matériel situé en dehors du bâtiment réacteur et devant fonctionner en situation d'ambiance normale et pendant un séisme.

Dans le cadre de cette modification, l'armoire d'alimentation de la pompe de test sera déposée et l'alimentation de la PIJ ND sera assurée par une nouvelle armoire et un nouveau transformateur appartenant au système LLS.

À l'issue de son expertise, compte tenu des éléments présentés par EDF, la Direction de l'expertise en sûreté considère qu'EDF a démontré la qualification aux conditions d'ambiance thermodynamique accidentelle, ainsi qu'au séisme noyau dur, de l'ensemble des équipements nécessaires à cette modification.

Pour le Directeur de l'expertise en sûreté

Hervé BODINEAU

Adjoint au Directeur de l'expertise en sûreté



Hervé BODINEAU

2025.10.14

13:39:15 +02'00'