

Fontenay-aux-Roses, le 8 décembre 2021

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

AVIS IRSN N° 2021-00196

Objet : Analyse des notes de stratégie de qualification progressive des matériels électriques -
Quatrième réexamen périodique des réacteurs de 1300 MWe

Réf. : [1] Avis IRSN - 2018-00043 du 23 février 2018.
[2] Rapport ASN - CODEP-DCN-2021-007968 de mars 2021.
[3] Saisine ASN - CODEP-DCN-2021-022633 du 24 juin 2021.

1. CONTEXTE

Les réacteurs du parc en fonctionnement ont été conçus en retenant une hypothèse de durée d'exploitation de 40 ans. La qualification¹ des matériels classés de sûreté présents sur ces installations a été effectuée au regard de cette hypothèse. Avec l'extension de la durée de fonctionnement des réacteurs au-delà de 40 ans, Électricité de France (EDF) a présenté, lors du quatrième réexamen périodique des réacteurs de 900 MWe, une stratégie générale visant à étendre, lorsque possible, la durée de vie qualifiée des matériels de 40 à 50 ans. Les matériels non éligibles à cette extension sont remplacés. À la suite de l'avis émis par l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) [1], cette stratégie a été jugé acceptable par l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) [2].

Dans le cadre du quatrième réexamen périodique des réacteurs de 1300 MWe, EDF a commencé à décliner cette stratégie et a établi, pour de nombreux matériels électriques classés de sûreté, des notes de stratégie de qualification progressive (NSQP). Dans ces notes, EDF présente les différents éléments lui permettant de considérer qu'une extension de la qualification sera possible (analyse du retour d'expérience, présence de conservatisme lors de la qualification initiale, effets du vieillissement, ...) et identifie les compléments de démonstration à apporter pour pouvoir prononcer in fine l'extension de la qualification sur la base d'essais et d'analyses.

Il convient de noter qu'une NSQP peut porter sur un matériel donné ou sur une famille d'équipements de fournisseurs potentiellement différents. Par ailleurs, certains matériels ne font pas l'objet de NSQP.

¹ Un matériel est dit qualifié lorsqu'il est démontré qu'il est apte à assurer ses fonctions, aussi longtemps que nécessaire, dans les conditions d'environnement auxquelles il est supposé être soumis en fonctionnement normal et accidentel.

Par la saisine en référence [3], l'ASN sollicite l'avis de l'IRSN sur les points suivants :

- le caractère exhaustif des matériels électriques considérés dans les NSQP transmises par EDF ;
- la pertinence des familles de matériels définies dans les NSQP par EDF au regard de la diversité des équipements identifiés ;
- pour chaque matériel, l'adéquation des méthodes sélectionnées au regard des justifications apportées sur les choix effectués, notamment lorsque la méthode retenue ne relève ni d'essai, ni de remplacement ou de rénovation ;
- le caractère acceptable de l'absence de NSQP pour certains matériels.

Après une rapide présentation de la stratégie d'EDF, l'IRSN expose ci-après les principales conclusions de son expertise à la suite de l'examen des 50 NSQP transmises par EDF.

2. PRÉSENTATION DE LA STRATÉGIE D'EDF

La stratégie mise en œuvre par EDF pour l'analyse du maintien de la qualification au-delà de 40 ans des matériels électriques se compose des trois étapes principales suivantes :

- l'identification de tous les repères fonctionnels des matériels électriques requis au titre des situations accidentelles du domaine de dimensionnement et du domaine complémentaire ainsi que de l'ensemble des technologies qualifiées pour l'ensemble des réacteurs de 1300 MWe ;
- l'analyse de la qualification initiale, du retour d'expérience et de l'obsolescence des matériels identifiés à l'étape précédente ;
- l'élaboration de la stratégie de maintien de la qualification pour chaque matériel à partir des six méthodes suivantes :
 - méthode 1 : analyse des conservatismes éventuels de la qualification initiale,
 - méthode 2 : obtention de marges de durée de vie par comparaison des sollicitations réelles avec les sollicitations considérées lors de la qualification,
 - méthode 3 : détermination d'un indicateur de fin d'état qualifié permettant d'évaluer / chiffrer la durée de vie restante (3a), ou bien expertise du matériel vieilli sur site (3b),
 - méthode 4 : vieillissement ralenti par limitation des contraintes environnementales (4a) ou suppression du (ou des) mécanisme(s) de vieillissement par déplacement / protection (4b),
 - méthode 5 : extension de qualification par la réalisation d'essais de qualification prenant en compte l'augmentation de la durée de vie. Ces essais peuvent être réalisés sur un matériel installé en surnombre sur site (5a), sur un matériel prélevé sur site (5b) ou sur un matériel neuf (5c),
 - méthode 6 : remplacement (6a) ou rénovation (6b) soit totale ou partielle, soit identique ou non identique.

Pour un même équipement l'utilisation de plusieurs méthodes peut être envisagée.

3. ANALYSE DE L'IRSN

3.1. EXHAUSTIVITÉ DES MATÉRIELS PRIS EN COMPTE PAR EDF

Il est nécessaire de vérifier que tous les matériels électriques classés de sûreté sont bien identifiés au sein d'une NSQP (hormis ceux traités au paragraphe 3.4). En effet, les matériels qui n'auraient pas été identifiés comme devant faire l'objet d'une NSQP ne seraient, potentiellement, plus qualifiés après la quatrième visite décennale des réacteurs de 1300 MWe. Ceci constituerait alors un écart de conformité à la démonstration de sûreté.

Questionné sur à ce sujet, EDF a indiqué qu'il avait bien considéré l'ensemble des équipements requis dans les situations du domaine de dimensionnement et du domaine complémentaire et s'est engagé à le démontrer, **ce qui est satisfaisant. L'engagement d'EDF figure en annexe 2.**

3.2. PERTINENCE DES FAMILLES D'ÉQUIPEMENTS PRÉSENTÉES DANS LES NSQP

Lorsqu'une NSQP regroupe plusieurs familles de matériels parfois de fournisseurs différents, ces matériels sont bien différenciés au sein de la NSQP et les stratégies et méthodes d'extension de la qualification envisagées sont différenciées et adaptées à l'analyse des matériels considérés, **ce qui est satisfaisant.**

3.3. PERTINENCES DES MÉTHODES RETENUES POUR PROLONGER LA DURÉE DE VIE QUALIFIÉE DES MATÉRIELS ÉLECTRIQUES

Dans le but de vérifier le caractère pertinent des méthodes retenues par EDF pour démontrer in fine l'extension de la durée de vie qualifiée des matériels électriques, l'IRSN a analysé l'ensemble des NSQP et a identifié certains points notables détaillés ci-après.

3.3.1. Réalisation d'essais

Pour les matériels pour lesquels EDF envisage la réalisation d'essais, l'IRSN a constaté une grande variabilité du niveau d'information fourni à ce sujet entre les NSQP. À cet égard, EDF a indiqué au cours de l'expertise que la description des essais à réaliser sur les matériels prélevés fera l'objet de notes de spécifications d'essais. **L'IRSN formule à ce sujet l'observation n° 1 en annexe 3.**

3.3.2. Nombre de sollicitations pour les sondes et les capteurs

Dans les NSQP concernant les sondes et les capteurs, EDF précise que le nombre de sollicitations réelles des matériels est inférieur au nombre de sollicitations vues lors des essais de qualification sans toutefois le justifier. Questionné sur ce point au cours de l'expertise, EDF a apporté des compléments de justification qui permettent de conclure à l'existence d'une marge conséquente (facteur 10) entre le nombre de sollicitations attendues pour ces équipements sur la durée restante d'exploitation et celui imposé lors des essais de qualification, **ce qui est satisfaisant.**

3.3.3. Fusibles haute tension (HTA)

Les fusibles haute tension permettent de couper le courant d'alimentation des actionneurs de sûreté en cas de surintensité ou de court-circuit au sein de la distribution électrique. Ces coupures permettent également d'éviter une propagation d'un défaut électrique aux autres actionneurs de sûreté en vertu du principe de sélectivité des protections électriques. Ainsi, ces fusibles jouent un rôle fondamental pour la sûreté. Le fabricant des fusibles HTA préconise leur remplacement tous les 10 ans. EDF a réalisé plusieurs séries d'essais à l'issue desquelles il a considéré que, le comportement des fusibles étant satisfaisant selon lui, leur durée de vie qualifiée pouvait être étendue à 20 ans. Cependant, au cours de ces séries d'essais, certains fusibles ont eu un temps de fusion plus rapide que l'attendu ou ont provoqué une émission de sable et de flammes lors de la coupure. Pour l'IRSN, ces défauts pourraient être à l'origine d'un départ de feu dans un tableau électrique, concomitant avec un départ de feu au niveau de l'équipement en court-circuit. Ainsi, les opérateurs auraient à gérer une situation incidentelle et deux départs de feu. En outre, la projection de sable et de flamme est de nature à provoquer un réamorçage susceptible de compromettre le bon fonctionnement des fusibles (comme lors des essais) et de conduire à d'autres défaillances. En conséquence, l'IRSN estime qu'il n'est pas acceptable de conserver des fusibles présentant de tels risques. **L'IRSN formule à ce sujet la recommandation en annexe 1.**

3.3.4. Convertisseurs

Au cours de l'expertise, EDF a précisé qu'il n'était pas possible de sortir un convertisseur (onduleur ou redresseur) complet des locaux électriques sans démonter d'autres équipements classés, ce qui induit des risques pour la sûreté. EDF envisage donc de ne prélever que les composants les plus sensibles afin de réaliser des essais sur un convertisseur reconstitué pour décider de l'extension de la durée de vie de ces matériels. **L'IRSN estime que la stratégie d'EDF est acceptable au regard des contraintes et des risques associés.**

3.3.5. Bornes du système de protection du réacteur

Pour les réacteurs de 1300 MWe, le maintien de la qualification des bornes du système de protection du réacteur va reposer sur des contrôles visuels visant à vérifier l'absence de vieillissement et de dégradation du polymère qui les compose. Pour l'IRSN, la performance de tels contrôles dépend fortement des intervenants qui les réalisent. Questionné à cet égard, EDF a alors fait état pour les réacteurs de 900 MWe dans le cadre de leur quatrième réexamen périodique de la réalisation d'essais sur ces matériels. Ces essais apparaissant très contraignants en température (allant jusqu'à un essai exploratoire au-delà des limites normales de fonctionnement), l'IRSN estime acceptable la stratégie proposée par EDF pour les réacteurs de 1300 MWe, les bornes installées étant identiques sur ces deux paliers.

3.3.6. Capteur RGL CPB20 et son câble

La NSQP du capteur RGL (système de réglage des grappes) et de son câble n'est pas conclusive concernant le connecteur. En effet, des problèmes au niveau du serrage et du contrôle du fil-frein ont été constatés et ont pour conséquence de faire glisser les tapis interraciaux assurant l'isolement entre pinoches du connecteur. Ce sujet fait actuellement l'objet d'une instruction spécifique de la part d'EDF. De plus, EDF n'a pas encore défini la stratégie de qualification progressive du capteur CPB20 qui dépendra en partie des résultats des essais qui seront menés sur le capteur. **L'IRSN formule à ce sujet l'observation n° 2 en annexe 3.**

3.4. MATÉRIELS SANS NSQP

Plusieurs matériels ne nécessitent pas la rédaction de NSQP, il s'agit de certains capteurs de fins de course et de certains capteurs de pression. Ce sont des matériels qui ont une durée de vie qualifiée de 60 ans, généralement acquise pour le réacteur EPR FA3, démontrée par essais. Certains d'entre eux sont présents depuis la mise en service des réacteurs, d'autres ayant été installés en 2009. **L'IRSN estime que ces éléments justifient l'absence de NSQP pour ces matériels.**

4. CONCLUSION

L'IRSN estime que la stratégie retenue par EDF pour identifier les matériels devant faire l'objet d'une extension de leur durée de vie qualifiée et ceux d'un remplacement est satisfaisante. EDF s'est en outre engagé à justifier, d'ici l'été 2022, que l'ensemble des matériels requis aux conditions accidentelles du domaine de dimensionnement et du domaine complémentaire ont bien une NSQP associée, hormis les matériels pour lesquels l'absence de NSQP a été justifiée.

Par ailleurs, les familles de matériels identifiées dans les NSQP sont cohérentes et, lorsque des matériels de fournisseurs différents y sont présentés, EDF a mené une analyse spécifique pour chacun d'entre eux, conduisant parfois à préconiser des méthodes d'extension de la qualification différentes. De plus, les méthodes retenues sont adaptées aux matériels considérés hormis pour les fusibles HTA. Pour ces derniers, l'IRSN estime qu'EDF devra procéder à leur remplacement dans les délais préconisés par le constructeur (10 ans) ou apporter des compléments de démonstration. Pour les capteurs RGL CPB20, EDF devra, après les investigations en cours, préciser sa stratégie de qualification progressive.

Enfin, l'IRSN attire l'attention sur le fait que, pour de nombreux matériels, l'extension effective de la durée de vie qualifiée dépendra des résultats des essais réalisés sur les matériels prélevés sur site. À ce titre, il est important d'une part que les matériels soient représentatifs et proviennent de sites différents et d'autre part qu'une attention particulière soit portée à la définition et à la réalisation des essais ainsi qu'à l'analyse de leurs résultats.

IRSN

Le Directeur général
Par délégation
Frédérique PICHEREAU
Adjoint au Directeur de l'expertise de sûreté

ANNEXE 1 À L'AVIS IRSN N° 2021-00196 DU 8 DÉCEMBRE 2021

Recommandation de l'IRSN

L'IRSN recommande qu'EDF remplace les fusibles HTA au bout de 10 ans comme préconisé par le fabricant ou justifie que les fusibles âgés de 20 ans ne sont pas de nature à générer des départs de feu ou des projections de sable.

ANNEXE 2 À L'AVIS IRSN N° 2021-00196 DU 8 DÉCEMBRE 2021

Engagement principal d'EDF

EDF s'est engagé à fournir, d'ici l'été 2022, un tableau identifiant, pour chaque matériel requis aux conditions accidentelles du domaine de dimensionnement et du domaine complémentaire, la NSQP qui lui est associée.

ANNEXE 3 À L'AVIS IRSN N° 2021-00196 DU 8 DÉCEMBRE 2021

Observations de l'IRSN

Observation N° 1

L'IRSN considère qu'EDF devrait transmettre, dès que disponibles, toutes les spécifications d'essais des équipements classés de sûreté 1E concernés par une des méthodes d'extension de la qualification par essais.

Observation N° 2

L'IRSN considère qu'EDF devrait transmettre, dès que disponible, la stratégie définie pour le connecteur du capteur RGL et le capteur CPB20 lui-même.