

Fontenay-aux-Roses, le 17 novembre 2017

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

Avis IRSN n° 2017-00354

Objet : Transport - Analyse du risque de rupture fragile - Méthode générale de contrôle par ultrasons des soudures de fortes épaisseurs pour le cas des emballages avec revêtement

Réf. Lettre ASN CODEP-DTS-2017-024624 du 22 juin 2017

Par lettre citée en référence, l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) demande l'avis et les observations de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) sur les spécifications retenues par la société AREVA TN pour les contrôles non destructifs des soudures entre composants forgés de fortes épaisseurs, constituant les corps des emballages, présentant un revêtement. Pour rappel, en 2016, l'IRSN vous a transmis un premier avis concernant notamment les composants non revêtus.

Ces spécifications visent à justifier la pertinence de la méthode de contrôle des soudures qui sera mise en œuvre notamment lors des opérations de fabrication des emballages TN G3, au regard des exigences découlant des démonstrations de sûreté réalisées pour ce modèle de colis. Cette demande s'intègre également dans le cadre plus large de la définition d'une méthode d'analyse des risques de rupture fragile des composants par la société AREVA TN.

1 CONTEXTE

Dans le cadre du renouvellement du parc d'emballages dédiés aux transports des assemblages combustibles irradiés, la société AREVA TN développe un nouveau modèle de colis dénommé TN G3. Cet emballage est constitué d'un corps cylindrique composé notamment d'une virole soudée à un fond. Ces composants forgés, en acier au carbone de forte épaisseur, sont recouverts par un revêtement métallique.

Dans le dossier de sûreté, la société AREVA TN justifie l'absence de risque de rupture fragile de la virole, du fond et de leur soudure à l'issue des épreuves réglementaires de chute à basse température. Cette justification repose notamment sur la limitation de la taille des défauts de fabrication susceptibles d'être présents dans les composants précités et leur soudure. Pour rappel, l'expertise de l'IRSN de ce dossier de sûreté a été présentée, le 6 juillet 2017, au groupe permanent d'experts pour les transports (GPT).

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

La société AREVA TN a ainsi développé une méthode de contrôle non destructif par ultrasons, basée sur plusieurs systèmes de mesure, visant à détecter les défauts dans les soudures entre les composants des emballages de transport à l'issue des opérations de fabrication. Dans ce cadre, elle a, d'une part analysé les capacités de détection des défauts de cette méthode dans un dossier dit de performance, en s'appuyant sur des essais réalisés sur des maquettes, d'autre part développé la spécification technique associée, destinée aux sous-traitants assurant la fabrication des composants et les contrôles associés. Cette spécification technique indique notamment que les systèmes de contrôle qui seront utilisés par les fabricants devront faire l'objet d'essais et précise les caractéristiques des maquettes à utiliser dans ce cadre.

Cette méthode de contrôle et sa spécification technique ont fait l'objet d'un avis de l'IRSN et d'une lettre de l'ASN en 2016. Dans son avis, l'IRSN a conclu que la méthode proposée était adaptée à la détection des défauts, en relevant toutefois qu'elle ne permettait pas leur dimensionnement dans une zone située au niveau de la surface d'appui des systèmes de mesure. En outre, les capacités de détection devaient être confirmées pour des composants présentant un revêtement. Enfin, l'IRSN a considéré que la spécification technique devait être complétée afin de spécifier que les essais de qualification des systèmes mis en œuvre devaient être effectués sur des maquettes, comportant des défauts types, représentatives des pièces à contrôler en termes d'épaisseur et de revêtement.

En mars 2017, la société AREVA TN a transmis des compléments concernant le contrôle des composants présentant un revêtement. Ils reposent notamment sur de nouveaux essais effectués sur des maquettes avec revêtement. De plus, au cours de l'instruction, la spécification technique des contrôles a été révisée de manière à préciser, d'une part les critères d'acceptation des défauts, d'autre part les exigences concernant les maquettes utilisées pour les essais des systèmes de contrôle des fabricants.

De l'examen de ces compléments, l'IRSN retient les points principaux suivants.

2 EVALUATION DE LA PERFORMANCE DES METHODES DE CONTROLES

Pour rappel, le contrôle des pièces, dans toute leur épaisseur, est réalisé à l'aide de dispositifs TOFD ("Time Of Flight Diffraction") et de transducteurs. Les dispositifs TOFD permettent simultanément de détecter les défauts et d'évaluer leur taille, mais pas à proximité de la surface où ils sont positionnés. Les transducteurs permettent de détecter la présence d'un défaut dans la zone non contrôlée par la méthode TOFD, mais ne permettent pas leur dimensionnement.

La société AREVA TN a effectué des essais complémentaires pour justifier la performance de ces dispositifs de contrôle sur des maquettes avec revêtement dont l'épaisseur est, selon lui, représentative de celle des viroles des emballages de son parc. Des revêtements de plusieurs épaisseurs ont été simulés sur les maquettes, afin d'évaluer leur influence sur les capacités de détection des dispositifs. Les revêtements utilisés sont représentatifs de ceux de la virole de l'emballage TN G3, ce qui est satisfaisant.

Toutefois, l'épaisseur de la virole du modèle de colis TN G3 est supérieure, de l'ordre de 13 %, à celle de la maquette avec revêtement de plus forte épaisseur utilisée. À cet égard, les essais précédemment réalisés ont montré, pour le système TOFD, des difficultés potentielles de détection des entailles situées sur le côté opposé à la surface d'appui des systèmes de mesure pour les viroles de forte épaisseur. Comme déjà indiqué dans son avis de 2016, l'IRSN estime important que les maquettes définies dans la spécification technique, utilisées pour les essais

avec les systèmes de contrôle effectivement mis en œuvre, soit les plus proches possible des emballages à contrôler. A cet égard, la spécification technique des contrôles spécifie bien que les maquettes doivent avoir la même épaisseur que la soudure des emballages contrôlés.

En tout état de cause, s'agissant d'une nouvelle méthodologie de contrôle, l'IRSN recommande que la société AREVA TN établisse pour chaque famille d'emballage un bilan des qualifications des systèmes de contrôle mis en œuvre au moment des fabrications, précisant les caractéristiques des maquettes utilisées, les résultats obtenus ainsi que leur analyse par rapport à ceux présentés dans le dossier de performance. Ce bilan devra être réalisé pour les qualifications réalisées par chaque fabricant pour la « tête de série » des fabrications le concernant. Ceci fait l'objet de la recommandation n°1 présentée en annexe à l'avis.

2.1 Méthode TOFD

Sur la base des essais réalisés avec des maquettes avec revêtement, la société AREVA TN conclut que les revêtements n'ont pas d'influence sur les capacités de détection des dispositifs de la méthode TOFD. Pour rappel, ces dispositifs assurent la détection et le dimensionnement des défauts, hormis dans la zone à proximité la surface de positionnement de ceux-ci. Ces points n'appellent pas de remarque de l'IRSN.

2.2 Méthode de contrôle réalisée avec les transducteurs complémentaires

En complément de la méthode TOFD, des transducteurs sont utilisés pour détecter les défauts dans la zone précitée. Sur la base des essais réalisés avec des maquettes avec revêtement, la société AREVA TN a fait évoluer les caractéristiques de ces transducteurs, de manière à assurer la détection des défauts pour les pièces revêtues ou non. Les évolutions apportées n'appellent pas de remarque de l'IRSN.

Toutefois, la société AREVA TN ne définit pas jusqu'à quelle épaisseur les transducteurs détectent les défauts, et ne justifie donc pas la cohérence des dispositifs de contrôle (méthode TOFD et transducteurs). Elle indique que ce point sera examiné lors des essais de qualification des méthodes de contrôle utilisées par les fabricants. L'IRSN estime que ces éléments devront apparaître dans le bilan des qualifications des systèmes de contrôle mis en œuvre au moment des fabrications, objet de la recommandation n°1 présentée en annexe de l'avis.

Par ailleurs, dans la spécification technique, la société AREVA TN indique que, en cas de détection de défauts dans la zone non accessible par la méthode TOFD, des investigations avec une nouvelle méthode non destructive, qui devra être approuvée par la société AREVA TN, seront réalisées pour leur dimensionnement.

En l'état actuel des dossiers, l'IRSN recommande que, le cas échéant, la société AREVA TN informe *a minima* l'ASN des dispositions prises pour les exemplaires d'emballages présentant des défauts dans la zone non contrôlable par la méthode TOFD. En tout état de cause, la présence d'un défaut non dimensionné n'est pas acceptable pour l'IRSN. Ceci fait l'objet de la recommandation n°2 présentée en annexe de cet avis.

3 SPECIFICATION POUR LE CONTROLE

La société AREVA TN a créé une spécification technique de contrôle destinée aux fabricants, qui réaliseront les contrôles. Celle-ci décrit les objectifs à atteindre en termes de performances pour les systèmes de contrôle, les essais de qualification à réaliser, incluant les caractéristiques des maquettes à utiliser, et les justifications documentaires à apporter.

A cet égard, les maquettes des essais doivent présenter une épaisseur équivalente à celle des soudures des emballages et simuler la présence d'un revêtement équivalent à celui de ces derniers (nature, épaisseur, nombre de couches, mode de dépose...). Le type des défauts et leur implantation sont précisés, ce qui est satisfaisant.

En revanche, comme déjà indiqué dans son avis de 2006, l'IRSN considère que les défauts sont insuffisamment éloignés des extrémités des maquettes. De même, certains défauts plans ont une ouverture égale à 0,5 mm ou 1 mm. Pour l'IRSN, une ouverture de 0,2 mm devrait être retenue. Ces points, qui concernent les maquettes revêtues et non revêtues, ont fait l'objet de recommandations dans l'avis précité.

La spécification technique de contrôle décrit correctement les moyens de contrôles retenus. Toutefois, le design des maquettes, le type de contrôle à réaliser et le nombre de dispositifs sont uniquement recommandés, ce qui laisse la possibilité au fabricant de les faire évoluer.

Dans le cadre du contrôle de la soudure entre la virole et le fond de l'emballage TN G3, l'IRSN estime que les dispositifs décrits dans le dossier de performance devront être utilisés, notamment pour ce qui concerne le nombre et la position des capteurs. Dans le cas contraire, des justifications de l'équivalence des moyens de contrôle mis en œuvre par le fabricant devraient être apportées. Ceci fait l'objet de la recommandation n°3 présentée en annexe 1 de l'avis.

4 CRITERES D'ACCEPTATION DES DEFAUTS

Dans la spécification technique, la société AREVA TN définit les critères d'acceptation des défauts, en se fondant sur un classement des indications selon différents niveaux de conséquences potentielles liés à la localisation des défauts. La spécification ne détaille pas les éléments techniques ayant conduit à ces critères. Ainsi, le critère d'acceptation d'un défaut sous revêtement est une dimension inférieure à 3 mm x 12 mm.

En tout état de cause, l'apparition de ce type de défaut constitue un indicateur de dérive du procédé de fabrication. Aussi, pour l'IRSN, une analyse particulière doit être systématiquement menée en cas de détection d'un défaut sous revêtement pour identifier les causes d'apparition de celui-ci et le traitement à mettre en place. Par exemple, l'apparition de défauts résultant de phénomènes de fissuration à froid ou due au réchauffage est considérée non acceptable dans le domaine nucléaire. **De ce fait, l'IRSN recommande que l'ensemble des défauts détectés fasse l'objet d'une analyse formalisée au regard des performances attendues des procédés de fabrication et qu'une attention particulière soit apportée en cas de cumul de défauts. Une synthèse de ces analyses et de leurs conclusions devra être réalisée pour les exemplaires concernés par des défauts.** Ceci fait l'objet de la recommandation n°4 présentée en annexe de cet avis.

En outre, au titre des bonnes pratiques et de manière à dégager des marges de sûreté, l'IRSN rappelle que la meilleure qualité de conception et de fabrication, raisonnablement atteignable compte tenu des techniques disponibles, doit être recherchée.

5 CONCLUSION

L'IRSN estime que les essais complémentaires réalisés par la société AREVA TN confortent les performances des dispositifs de contrôle mis en œuvre pour la détection de défauts dans les soudures entre composants de fortes épaisseurs. En outre, les modifications apportées à la spécification de contrôle à destination des sous-traitants en charge de la réalisation de ces examens non destructifs, concernant notamment la définition des maquettes et la qualification des opérateurs, sont satisfaisantes. Sur ce point, l'IRSN considère que la spécification technique des contrôles doit être rendue prescriptive par la société AREVA TN.

Toutefois, les éléments transmis justifient uniquement la capacité à dimensionner des défauts de la méthode TOFD. L'utilisation d'une autre méthode pour réaliser ce dimensionnement devra donc faire l'objet *a minima* d'une information de l'ASN.

Par ailleurs, pour chaque tête de série d'une fabrication d'emballages réalisée par un sous-traitant, l'IRSN considère qu'un bilan des essais de qualification des méthodes de contrôle devrait être transmis pour information à l'ASN. En outre, pour chaque exemplaire d'emballage, l'analyse des défauts détectés devra être formalisée. En tout état de cause, l'IRSN considère que la présence de défauts non dimensionnés n'est pas acceptable.

Enfin, l'IRSN estime que les spécifications relatives aux maquettes utilisées pour les essais de qualification des méthodes de contrôle doivent revues sur certains points (éloignement des défauts des bords, taille des défauts), comme déjà recommandé en 2016.

Pour le directeur général, par délégation

Igor LE BARS

Adjoint au Directeur de l'expertise de sûreté

Annexe à l'Avis IRSN n° 2017-00354 du 17 novembre 2017

Recommandations

1. L'IRSN recommande que la société AREVA TN établisse pour chaque famille d'emballage un bilan des qualifications des systèmes de contrôle mises en œuvre lors des fabrications, précisant les caractéristiques des maquettes utilisées, les résultats obtenus ainsi que leur analyse par rapport à ceux présentés dans le dossier de performance. Ce bilan devra comporter les qualifications réalisées par chaque fabricant sur la tête de série des fabrications le concernant. Il conviendra notamment de préciser les zones de couverture effectives des différents capteurs utilisés.
2. L'IRSN recommande que, le cas échéant, AREVA TN informe *a minima* l'ASN des dispositions prises pour les exemplaires d'emballages présentant des défauts à proximité de la surface de soudage, dans la zone non contrôlable par les dispositifs TOFD.
3. Dans le cadre du contrôle de la soudure entre la virole et le fond de l'emballage TN G3, l'IRSN estime que les dispositifs du dossier de performance devront être utilisés, notamment pour ce qui concerne le nombre et la position des capteurs.
4. L'IRSN recommande que l'ensemble des défauts détectés fasse l'objet d'une analyse formalisée au regard des performances attendus des procédés de fabrication et qu'une attention particulière soit apportée en cas de cumul de défauts. Une synthèse de ces analyses et de leurs conclusions devra être réalisée pour les exemplaires concernés.