

Fontenay-aux-Roses, le 16 février 2015

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

**Avis IRSN N° 2015-00048**

**Objet :** CEA/Cadarache - INB 172 - Réacteur Jules Horowitz (RJH)  
Réponse à l'engagement [E GC-4] suite au GP relatif à l'examen du RPrS du RJH  
Application de la prescription [INB 172-23]

**Réf. :** Lettre ASN CODEP-DRC-2014-052090 du 9 décembre 2014

Par lettre citée en référence, l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) a demandé l'avis de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) sur les éléments apportés par le CEA pour :

- répondre à l'engagement [E GC-4] : « *Le CEA apportera, avant la mise en place de la précontrainte de l'enceinte, des éléments permettant de garantir de pouvoir retendre et remplacer des torons gainés graissés mis en œuvre sur l'enceinte du RJH, après injection des conduits. Ces éléments se fonderont sur des essais couvrant les conditions de mise en œuvre sur le RJH* » ;
- garantir le respect de la prescription [INB 172-23] : « *La précontrainte du béton de l'enceinte du réacteur est conçue de manière à pouvoir retendre les torons après injection des conduits* ».

**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 B 440 546 018

Les éléments transmis par le CEA pour répondre aux deux points précités sont présentés dans le rapport d'essais de convenance effectués sur une maquette à l'échelle 1 permettant de simuler les étapes clés de la mise en œuvre de la précontrainte par torons gainés graissés (TGG) sur l'enceinte du RJH, à savoir l'enfilage des TGG, l'injection du coulis et également le remplacement des torons.

Les TGG utilisés sur le RJH sont constitués d'un fil central et de six fils périphériques assemblés par toronnage et protégés par de la graisse à l'intérieur d'une gaine en polyéthylène haute densité (PEHD). Ces gaines sont enfilées dans le conduit de précontrainte mis en place avec le ferrailage avant le bétonnage de l'enceinte. Les conduits sont ensuite injectés de coulis de ciment avant la mise en tension des câbles.

### Essais de remplacement des TGG réalisés par le CEA

L'objectif de ces essais sur maquette est de :

- démontrer la faisabilité technique des méthodes retenues pour valider leur utilisation sur l'enceinte du réacteur ;
- déterminer l'effort nécessaire pour extraire un TGG de sa gaine.

Ces essais ont été réalisés sur un conduit représentatif du conduit le plus dévié et le plus long de l'enceinte du RJH afin de considérer la configuration la plus défavorable de remplacement d'un toron. Tout d'abord, un essai de détermination de l'effort de coulissement du TGG dans sa gaine après injection du coulis est effectué :

- le toron est dégainé à son extrémité au niveau de la tromplaque ;
- un chevêtre de détension est installé au niveau de la tromplaque et un vérin de type monotoron branché sur une pompe hydraulique est disposé sur le toron dégainé ;
- la valeur de la pression du vérin est lue sur un manomètre de mesure ;
- en fin de course du vérin, l'inverseur de pompe est activé, le vérin est détendu : ce qui a pour conséquence d'extraire une longueur de toron égale à la course du vérin (660 mm).

Les efforts de coulissement sont calculés à partir de la section du piston et des pressions relevées pour dix courses successives du vérin, en tenant compte de la perte moyenne globale de pression dans le vérin due aux frottements internes, déterminée lors de son étalonnage.

L'analyse des résultats de cet essai montre que l'effort de coulissement a une valeur maximale au début de l'extraction (1173 daN), compatible avec les matériels utilisés (vérin monotoron et treuil de remorquage) et que cette valeur diminue au fur et à mesure que le toron sort de sa gaine.

Lors d'un contrôle visuel effectué sur la longueur de toron extraite (5,94 m), aucun copeau de gaine PEHD n'a été détecté à la surface du toron, ce qui permet de conclure à l'absence d'endommagement de cette gaine lors de l'extraction.

Ensuite, deux essais de remplacement de toron ont été réalisés. Le premier essai avait pour objectif de valider la méthode de remplacement d'un toron complètement rompu :

- une aiguille constituée d'un brin central de toron est enfilée dans une gaine PEHD vide ;
- un nouveau toron complet, préparé pour éviter tout endommagement de la gaine lors de l'enfilage, est couplé au niveau du fil central à cette aiguille, qui est ensuite remorquée à l'aide d'un treuil.

Un enfilage manuel de l'aiguille a été effectué dans cet essai pour démontrer la faisabilité d'une telle opération. Cependant, en général, il est utilisé un pousseur hydraulique adapté au fil central qui permet de réaliser cette opération d'enfilage plus rapidement. L'enfilage total du nouveau toron a été effectué en 20 minutes sans difficulté particulière.

Le deuxième essai avait pour objectif de valider la méthode de remplacement d'un toron partiellement rompu. Un nouveau toron est directement couplé au toron en place au niveau du fil central qui est remorqué à l'aide du treuil. L'enfilage total du toron a également été effectué en 20 minutes sans difficulté particulière. Aucun copeau n'a été détecté sur les 118 m de torons extraits, ce qui permet de s'assurer que l'opération n'est pas de nature à endommager la gaine PEHD.

Le CEA conclut que les TGG horizontaux du RJH sont remplaçables quel que soit leur mode de rupture avec le matériel préconisé (vérin monotoron de type SC2 ou treuil de halage électrique de capacité

compatible avec l'effort de coulissement nécessaire, un pot monotoron et un pot fil central, un coupleur fil central). Cette opération n'occasionne pas d'endommagement du système de précontrainte.

Compte tenu que ces essais ont été effectués sur le câble le plus long et le plus dévié de l'enceinte, le CEA précise que ces méthodes sont également applicables pour les câbles verticaux, les câbles gamma et les câbles du dôme.

Par ailleurs, une comparaison des efforts de coulissement avec ceux obtenus lors d'essais antérieurs a permis de constater que la température de l'air est un paramètre important dans la détermination de l'effort de coulissement : plus la température est élevée, plus l'effort nécessaire pour extraire un TGG est faible.

#### Justification du CEA relative à la possibilité de retendre les câbles tout au long de la vie de l'ouvrage

La conception retenue prévoit que la mise en tension des torons s'effectue après l'injection des torons. De part cette conception, la remise en tension est possible puisqu'elle s'effectue dans les mêmes conditions que lors de la mise en tension initiale.

#### Avis de l'IRSN

L'IRSN estime que les justifications présentées par le CEA en réponse à l'engagement E GC-4, fondées sur des essais réalisés sur maquette par une société spécialisée, chargée de la mise en œuvre de la précontrainte par post-tension de torons gainés graissés (TGG) sur le bâtiment réacteur du RJH, sont satisfaisantes. Lors d'un échange technique in situ, l'IRSN s'est assuré que la configuration de l'environnement du bâtiment réacteur est compatible avec les moyens matériels nécessaires pour effectuer ces opérations de remise en tension ou de remplacement d'un TGG (champs entièrement libre sauf au droit du BUA où il existe une zone d'exclusion permettant d'accéder aux tromplaques et intervenir avec le matériel nécessaire). Cette configuration est quasiment identique à celle qui existe au moment de la mise en tension initiale. De plus, compte tenu de son faible encombrement, un vérin monotoron peut être utilisé à la place d'un treuil lorsque le dégagement existant derrière les ancrages est réduit.

L'IRSN rappelle qu'une procédure de remplacement des torons est en cours de rédaction par le CEA.

Pour le Directeur général, par ordre

Frédéric MÉNAGE

Adjoint au directeur de l'expertise de sûreté