

Fontenay-aux-Roses, le 30 avril 2014

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

Avis IRSN N° 2014-00177

Objet : CEA/Saclay
INB n° 101/ORPHÉE
Suites données au réexamen de sûreté - Réponse à l'engagement n° 73 concernant le
planning de remplacement des doigts de gant du réacteur

Réf. : Lettre ASN CODEP-DRC-2011-057125 du 19 octobre 2011

Par la lettre citée en référence, l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) sollicite l'avis et les observations de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) sur la révision du planning de remplacement des doigts de gant du réacteur ORPHÉE, transmise par le Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA) en réponse à son engagement n° 73 pris en 2010 dans le cadre du réexamen de sûreté de l'installation. L'ASN demande en particulier à l'IRSN d'examiner les critères retenus par le CEA pour établir le nouveau planning de remplacement.

Contexte de l'évaluation

Le réacteur ORPHÉE est muni de neuf canaux horizontaux qui se terminent par des doigts de gant en alliage d'aluminium pointant dans la cuve à eau lourde qui entoure le cœur du réacteur (cf. figures en annexe au présent avis).

Il convient de rappeler que la rupture accidentelle d'un doigt de gant est considérée dans la démonstration de sûreté de l'installation en tant qu'évènement initiateur associé à une insertion de réactivité¹ compensable par le système de régulation de puissance du réacteur.

Les doigts de gant d'ORPHÉE sont dimensionnés au séisme de référence associé au site de Saclay et conçus et construits en application des règles les plus strictes définies dans les codes de mécanique de l'ingénierie nucléaire. Leur durée de vie en réacteur doit cependant être limitée pour tenir compte de leur fragilisation sous flux neutronique. Jusqu'à présent, le critère de remplacement des doigts de gant retenu par l'exploitant est l'atteinte d'une fluence² de 8.10^{22} n/cm², ce qui correspond à une réserve de ductilité³ du matériau quasi nulle.

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

¹ Écart relatif par rapport à la criticité (exprimée en pour cent mille).

² Intégrale du flux (neutronique) sur une durée.

³ Capacité d'un matériau à se déformer plastiquement sans se rompre.

Suite à l'instruction du dernier réexamen de sûreté de l'installation, l'exploitant s'est alors engagé à « vérifier que le planning de remplacement des doigts de gant permet d'éviter l'atteinte simultanée d'une ductilité très faible sur l'ensemble des doigts de gant » (engagement n°73 - première partie).

En outre, au cours de cette même instruction, l'exploitant a réévalué sensiblement à la hausse l'insertion de réactivité qui serait induite en cas de rupture du doigt de gant du canal 4F (cf. figure n°1 en annexe au présent avis), ce qui l'a conduit à prendre l'engagement de « réviser la périodicité de remplacement du doigt de gant 4F compte tenu du poids particulier en réactivité associé à ce doigt de gant » (engagement n°73 - deuxième partie).

Évaluation réalisée par l'IRSN

Il ressort de l'instruction menée par l'IRSN les points développés ci-après.

En préalable, il convient de préciser que l'IRSN a articulé son évaluation autour des considérations suivantes :

- une analyse à la rupture brutale⁴ tenant compte de la fluence maximale autorisée doit être réalisée par l'exploitant, conformément aux préconisations du code de mécanique utilisé pour la fabrication des doigts de gant des réacteurs expérimentaux français ;
- une réserve de ductilité d'au moins 2 % doit être assurée, d'une manière générale, pour l'ensemble des doigts de gant du réacteur.

Sur la base de ces considérations, l'exploitant a proposé au cours de l'instruction de revoir les critères de remplacement des doigts de gant du réacteur. À cet égard, il a proposé de retenir, pour les futurs doigts de gant qui seront mis en réacteur, ainsi que pour les doigts de gant ayant fait l'objet d'un remplacement récent, une durée de vie définie en adéquation avec les limites préconisées dans le code de mécanique utilisé pour la fabrication des doigts de gant. L'IRSN note que ceci permettra *in fine* d'assurer que ces doigts de gant conserveront une ductilité minimale d'environ 2 %, ce qui est satisfaisant.

Néanmoins, pour ce qui concerne le doigt de gant du canal 4F susmentionné, l'IRSN estime que, dans le principe, cette limite s'avère insuffisante en l'absence de réponse à l'engagement n°74 pris par le CEA à l'issue de l'instruction du réexamen de sûreté de l'installation et qui concerne l'étude de l'impact sur le cœur du réacteur de l'insertion de réactivité qui serait induite en cas de rupture de ce doigt de gant. Aussi, dans l'attente de cette étude, l'IRSN considère que ce doigt de gant doit conserver un niveau de ductilité d'au moins 4 % (majoration forfaitaire considérée par l'IRSN par rapport au niveau de ductilité de référence retenu par l'IRSN). Toutefois, au regard des conditions actuelles de fonctionnement du réacteur, l'IRSN constate qu'un niveau de ductilité proche de 4 % ne serait atteint que vers 2018. En tout état de cause, l'IRSN souligne l'importance que la réponse de l'exploitant à l'engagement n°74, dont l'échéance a déjà été repoussée de plus d'un an par rapport à la date prévu initialement, soit transmise dans les meilleurs délais.

Enfin, s'agissant de la période « transitoire » au cours de laquelle de nombreux doigts de gant conserveront leur durée de vie telle que définie par le planning actuel de remplacement des doigts de

⁴ La rupture brutale se produit lorsqu'un défaut dans un matériau (fissure, cavité due à l'irradiation ou précipité) devient critique et se propage.

gant, même si l'IRSN ne recommande pas la mise en œuvre d'une stratégie de changement immédiat des doigts de gants dont la ductilité est d'ores et déjà inférieure à 2 %, il considère néanmoins que le CEA doit prendre les dispositions nécessaires permettant de faire en sorte que cette période soit la plus réduite possible. À cet égard, un objectif de fin de la période « transitoire » à l'horizon du prochain réexamen de sûreté de l'installation prévu en 2019 serait approprié.

Conclusion

À l'issue de son instruction, l'IRSN estime que les éléments présentés par l'exploitant en réponse à l'engagement n°73 pris en 2010 concernant le planning de remplacement des doigts de gants sont globalement satisfaisantes. L'IRSN considère dès lors que cet engagement peut être soldé.

Pour le Directeur général de l'IRSN, et par délégation,

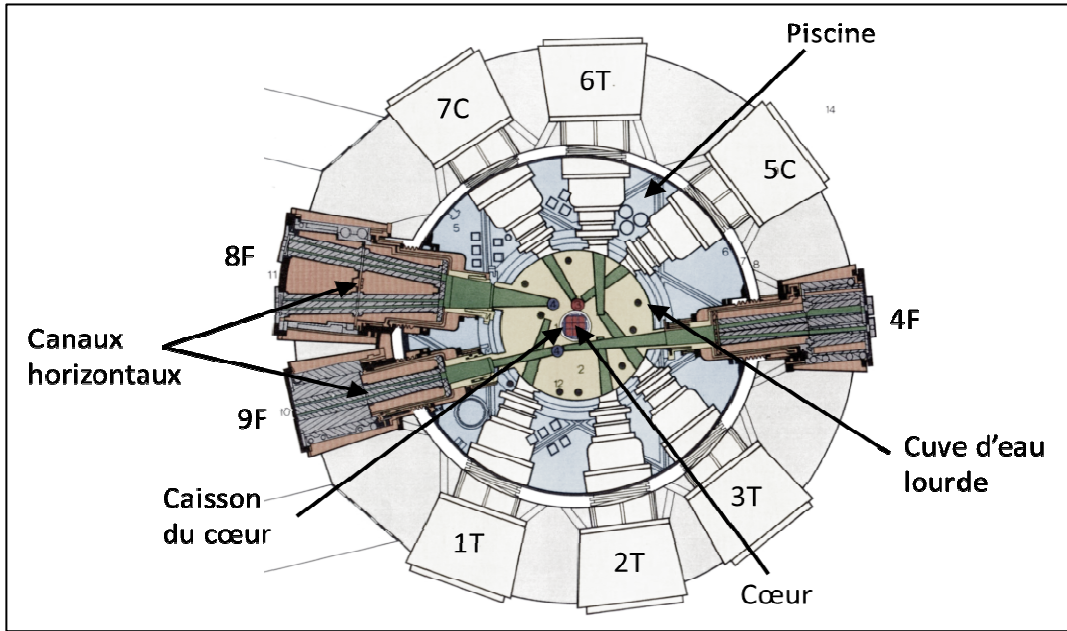


Figure 1 : Vue de dessus du réacteur

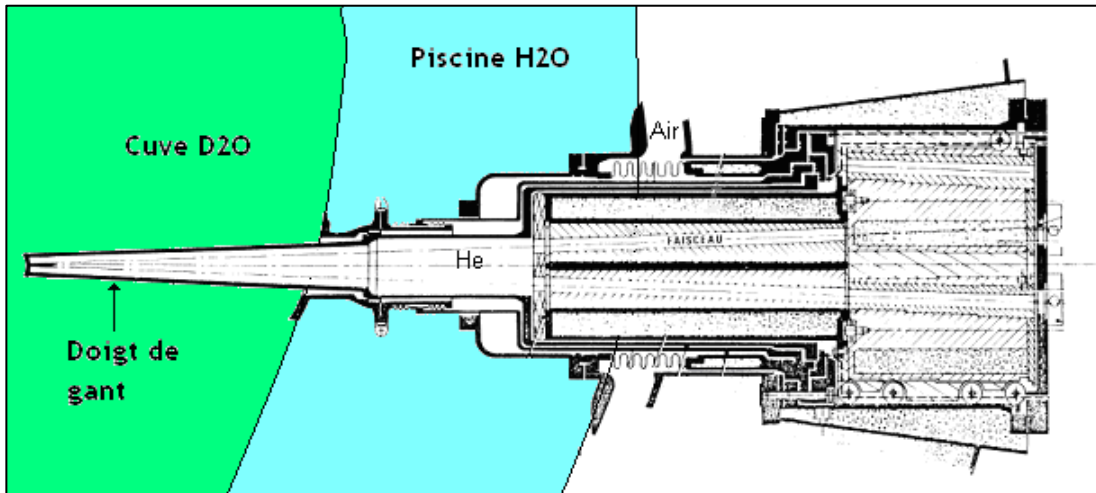


Figure 2 : Coupe schématique d'un doigt de gant