

Fontenay-aux-Roses, le 17 mars 2015

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

Avis IRSN N° 2015-00082

Objet : CEA/Cadarache - Réacteur Cabri (INB n° 24)
Fiabilité du système d'arrêt d'urgence du réacteur

Réf. :

1. **Saisine CODEP-DRC-2014-054231 du 2 décembre 2014.**
2. Lettre CODEP-DRC-2014-037832 du 15 octobre 2014.
3. Lettre CODEP-DRC-2012-029658 du 19 juin 2012.
4. Avis IRSN n°2014-00152 du 16 avril 2014.

Par lettre citée en première référence, l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) sollicite l'avis et les observations de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) sur les éléments relatifs à la fiabilité du système d'arrêt d'urgence du réacteur Cabri transmis par le Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA), exploitant de ce réacteur, en réponse au premier point de la demande n°1 de la lettre citée en deuxième référence. Cette demande est rappelée en annexe au présent avis.

À cet égard, il convient de rappeler que, à la suite de l'instruction du rapport préliminaire de sûreté de l'installation Cabri menée en 2004¹, le CEA a pris l'engagement III.2.E2 rappelé en annexe. En l'absence de réponse du CEA à cet engagement, l'ASN a formulé la demande n°3 de la lettre citée en troisième référence (cf. annexe). Par ailleurs, dans le cadre de la mise à jour du rapport de sûreté transmis par le CEA en 2013, ce dernier a fourni des éléments de réponse à l'engagement précité que l'IRSN n'a cependant pas estimés satisfaisants dans son avis cité en quatrième référence. En effet, ces éléments ne répondaient qu'à la première partie de la demande, à savoir l'intégration, dans le rapport de sûreté, des conditions de fonctionnement associées à la maîtrise de la réactivité, telles que la remontée intempestive de barres de commande et de sécurité (BCS) et le refus de chute d'une ou plusieurs BCS. Face à ce constat, l'ASN a alors notamment demandé au CEA de transmettre l'évaluation de la fiabilité du système d'arrêt d'urgence du réacteur, ce qui constitue le premier point de la demande n°1 de la lettre citée en deuxième référence.

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

Par lettre citée en première référence, l'ASN demande plus particulièrement l'avis de l'IRSN sur le « caractère acceptable et suffisant des éléments présentés par le CEA en vue de répondre à cette demande, considérant l'engagement initial du CEA, les compléments apportés à cet engagement par l'ASN et le contexte de la prochaine demande d'autorisation de divergence du réacteur Cabri ».

*

¹ Rapport de sûreté prenant en compte la nouvelle boucle à eau sous pression installée dans l'installation.

Le système de protection du réacteur Cabri est conçu pour provoquer l'arrêt d'urgence du réacteur, notamment lorsque les paramètres thermohydrauliques ou neutroniques du cœur atteignent des seuils prédéfinis de manière à éviter l'endommagement du cœur en cas de transitoires incidentels ou accidentels. Ce système est constitué d'une chaîne de sécurité qui traite les informations issues de deux voies de mesures distinctes et déclenche au besoin la chute gravitaire de six BCS, par coupure de la ligne d'alimentation des électro-aimants de celles-ci. La chaîne de sécurité comporte différents postes de mesure, chacun étant associé à un paramètre à surveiller.

Pour l'étude de la fiabilité de l'arrêt d'urgence du réacteur, le CEA considère que l'événement redouté à retenir est la non-chute de cinq BCS sur les six disponibles, rappelant que la chute de deux BCS sur six est suffisante pour rendre le réacteur sous-critique dans le cas pénalisant de l'accident de surpuissance considéré dans le rapport de sûreté de l'installation². L'étude de fiabilité est effectuée à l'aide de la méthode des arbres de défaillance. Pour chaque poste d'arrêt d'urgence, un arbre de défaillance est construit au sein duquel les différentes causes possibles d'échec de l'arrêt d'urgence du réacteur sont modélisées.

*

Dans le cadre de l'instruction, l'IRSN a examiné les calculs de probabilité d'échec de l'arrêt d'urgence de l'ensemble des postes intervenant dans le système de protection du réacteur. Par ailleurs, l'IRSN a réalisé, pour cinq postes particuliers de la chaîne de sécurité, une évaluation détaillée de l'architecture des arbres de défaillance correspondants. Ces postes ont notamment été sélectionnés en raison de leur importance dans la maîtrise des situations incidentelles et accidentelles redoutées, ceux-ci intervenant de manière récurrente dans les études de sûreté présentées dans le rapport de sûreté de l'installation. L'IRSN a en outre estimé que ces postes étaient représentatifs d'autres postes étudiés par le CEA, du fait notamment des analogies de conception qui induisent une similitude dans la construction des arbres de défaillance associés.

Dans ce contexte, l'IRSN a examiné les choix de modélisation faits par le CEA, les hypothèses et données de fiabilité retenues (pour les matériels et pour le facteur humain), ainsi que les résultats obtenus par le CEA pour l'évaluation de la fiabilité du système d'arrêt d'urgence.

Il convient de souligner que l'évaluation de l'IRSN n'a porté que sur le risque de défaillance de l'arrêt d'urgence automatique. En effet, la valorisation du déclenchement manuel de l'arrêt d'urgence présentée par le CEA dans son étude de fiabilité n'a pas été examinée par l'IRSN, en raison d'une part de l'absence de procédure de conduite relative aux situations conduisant à déclencher l'arrêt d'urgence manuel, d'autre part de l'absence de prise en compte des dépendances entre les arrêts d'urgence automatique et manuel (défaillance d'un capteur associé à un poste par exemple).

*

À l'issue de l'examen des données et informations présentées par le CEA dans le dossier transmis en octobre 2014, complétées par les éléments recueillis au cours de l'instruction technique, l'IRSN retient les principaux points suivants.

² Cet accident, induit par la dépressurisation des barres transitoires en ³He (neutrophage) équipant le réacteur CABRI, conduit à l'insertion de réactivité accidentelle maximale mentionnée dans le référentiel de sûreté de l'installation.

De façon générale, l'IRSN n'a pas de remarque sur les modalités de construction des arbres de défaillance retenues par le CEA et les types de défaillances modélisés. De même, la méthode d'évaluation de la probabilité de blocage mécanique des BCS retenue pour l'étude de fiabilité est conforme aux pratiques usuelles, ce qui est satisfaisant.

En revanche, l'instruction a conduit l'IRSN à mettre en évidence deux points faibles de l'étude du CEA. Ceux-ci concernent, d'une part la prise en compte des modes communs de défaillance des relais 48V du contrôle-commande du système de protection, d'autre part le temps de fonctionnement considéré pour les capteurs de la chaîne de sécurité. Ainsi, concernant ce dernier point, le CEA ne prenait pas en considération le fait que la plupart des capteurs fonctionnent en permanence et non uniquement pendant la durée de fonctionnement en puissance du réacteur comme cela était retenu dans son étude. L'hypothèse du CEA n'était donc pas adaptée et conduisait à une surestimation de la fiabilité des postes d'arrêt d'urgence associés à ces capteurs.

Ayant convenu de ces points lors de l'instruction, le CEA a alors repris les calculs de fiabilité des postes d'arrêt d'urgence. Les probabilités d'échec obtenues finalement par le CEA pour chaque poste d'arrêt d'urgence sont de l'ordre de 10^{-4} à 10^{-6} , à l'exception du poste relatif au détecteur « chambre gamma » pour lequel la probabilité d'échec est de l'ordre de 10^{-2} . Cette valeur élevée est cependant à relativiser puisque ce poste, qui participe à la maîtrise du risque d'exposition externe, n'intervient pas directement dans la protection du cœur Cabri, mais serait sollicité à la suite de la défaillance des autres postes de la chaîne de sécurité, sur atteinte d'une dose gamma dans le bâtiment réacteur.

En tout état de cause, les probabilités d'échec de l'arrêt d'urgence obtenues *in fine* par le CEA n'appellent pas de remarque de la part de l'IRSN. Par ailleurs, l'IRSN estime que les ordres de grandeur des probabilités d'échec des postes d'arrêt d'urgence sont cohérents avec la fiabilité attendue pour un système de protection de réacteur. L'évaluation réalisée montre en outre que la conception du système de protection du réacteur Cabri est globalement satisfaisante.

En conclusion, l'IRSN considère que le premier point de la demande n°1 de la lettre citée en deuxième référence peut être soldé.

Pour le Directeur général, par ordre
Frédéric MÉNAGE
Adjoint au directeur de l'expertise de sûreté

Rappel de l'engagement du CEA et des demandes de l'ASN

1. Engagement III.2.E2 de 2004 pris par le CEA à l'issue de l'instruction du rapport préliminaire de sûreté

« Pour ce qui concerne le système de protection du réacteur à l'égard des événements provenant de la boucle EP et du réacteur, l'exploitant s'engage à présenter, au stade du RDS, l'évaluation de la fiabilité de ce système de protection (du réacteur et de la boucle EP), tenant compte de la fréquence des tests périodiques prévus sur l'ensemble de ce système, de façon à justifier l'exclusion de tous les transitoires incidentels non protégés ».

2. Demande n° 3 de la lettre CODEP-DRC-2012-029658 du 19 juin 2012

« L'exploitant devra intégrer, dans le rapport de sûreté, l'analyse et l'étude des conditions de fonctionnement associées à la maîtrise de la réactivité du cœur mettant en jeu les [barres de commande et de sécurité] BCS (remontée intempestive de barres de contrôle et de sécurité, refus de chute de barres...). Ces éléments de démonstration, basés sur la description et la justification des dispositions prévues au titre des différents niveaux de la défense en profondeur comprendront en particulier la justification que les postes d'arrêt d'urgence et les seuils associés sont adaptés pour protéger efficacement le cœur du réacteur des transitoires redoutés ».

3. Demande n° 1 de la lettre CODEP-DRC-2014-037832 du 15 octobre 2014

« Pour considérer cette demande comme soldée³, je vous demande de me transmettre :

- l'évaluation de la fiabilité du système d'arrêt d'urgence ;*
- la valeur des seuils de protections entrant dans la chaîne de sécurité ainsi que les justifications associées ;*
- le rapport détaillé de l'essai de commission C6-08-01 et de l'ensemble des essais de la commission C1 neutronique sur lequel vous vous appuyez pour justifier l'absence d'impact sur la sûreté en cas de montée intempestive des BCS. »*

³ L'ASN fait ici référence à la demande n° 3 de l'annexe à la lettre CODEP-DRC-2012-029658 du 19 juin 2012.