

Fontenay aux Roses, le 22 mars 2021

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

AVIS IRSN N° 2021-00042

Objet :	EDF - REP - Palier CPY - Prise en compte du retour d'expérience - Accroissement du risque de fusion du coeur induit par l'événement survenu sur le réacteur n° 1 du Tricastin relatif à la défaillance du moteur d'une pompe du circuit de refroidissement à l'arrêt.
Réf. :	[1] Saisine ASN - CODEP-DCN-2012-040076 du 11 mars 2013. [2] Avis IRSN - 2020-00121 du 24 juillet 2020. [3] Lettre ASN/DCN - CODEP-DCN-009379 du 19 février 2021.

Dans le cadre de la saisine citée en référence [1], l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) a réalisé une analyse probabiliste de l'événement significatif pour la sûreté (ESS) survenu en 2019 sur le réacteur n° 1 de la centrale nucléaire du Tricastin relatif à la défaillance du moteur d'une pompe du circuit de refroidissement à l'arrêt (RRA), afin d'évaluer son niveau de gravité. L'IRSN a ensuite évalué la pertinence des actions proposées par EDF dans l'attente du traitement de cet écart, potentiellement générique aux autres réacteurs du palier CPY, au regard de son niveau de gravité.

Le circuit RRA, qui possède deux pompes (une par voie électrique), permet d'évacuer la puissance résiduelle du cœur lorsque le réacteur est à l'arrêt. Il est de plus utilisé à moyen terme en situation accidentelle pour refroidir le réacteur notamment en cas d'accident consécutif à une rupture de tuyauterie vapeur, une petite brèche sur le circuit primaire ou une rupture de tube de générateur de vapeur, qui surviendrait lorsque le système RRA n'est pas connecté.

1. ÉVÉNEMENT SURVENU AU TRICASTIN EN 2019

Le 1^{er} septembre 2019, un défaut électrique est signalé en salle de commande du réacteur n° 1 de la centrale nucléaire du Tricastin. Ce défaut électrique est dû à la défaillance du moteur de la pompe de la voie A du circuit RRA. Les expertises réalisées sur le moteur montrent que sa défaillance provient du vieillissement prématuré d'une liaison électrique interne réalisée par un câble souple entre le stator et la boîte de connexion du moteur. Ce vieillissement prématuré serait le fait de courbures trop prononcées lors du montage des câbles souples. Ce montage a engendré une dégradation prématurée de l'isolant en partie externe des parties courbées des câbles, ce qui a provoqué un amorçage entre une phase et la masse située à proximité.

Or les autres moteurs des pompes RRA des réacteurs du palier CPY possèdent les mêmes liaisons internes par câble souple. Aussi, l'écart de montage constaté pour le moteur défaillant de la centrale nucléaire du Tricastin est potentiellement générique à l'ensemble de ces moteurs. EDF a donc déclaré un écart de conformité (EC) pour

le palier CPY (EC n° 526) et a engagé des mesures d'isolement non destructives appelées « mesures par tangente delta ($Tg\delta$) » sur les câbles et les moteurs des pompes RRA des autres réacteurs du palier CPY.

2. PRÉCÉDENTE EXPERTISE DE L'IRSN

L'IRSN a rendu en juillet 2020 [2] les conclusions de son analyse concernant le caractère suffisant des contrôles électriques réalisés par EDF sur les moteurs des pompes RRA pour justifier la capacité des moteurs à assurer leur fonction. **L'IRSN a considéré [2] que le caractère prédictif des mesures effectuées par EDF sur les liaisons électriques internes par câble souple n'est pas garanti et qu'EDF devait améliorer le contrôle des moteurs des pompes RRA. Ce point fait l'objet de la recommandation n° 1 de l'avis [2].**

De plus, l'IRSN a analysé [2] l'impact de l'EC n° 526 sur la qualification aux conditions accidentelles des moteurs des pompes RRA des réacteurs du palier CPY. L'IRSN a estimé que la qualification de ces moteurs, avec des liaisons internes par câble souple coudé, n'a pas été démontrée par EDF. EDF a proposé une qualification complémentaire et éventuellement un remplacement des liaisons internes. **L'échéance de remise en conformité effective des installations n'ayant pas été précisée par EDF, l'IRSN a estimé nécessaire que l'écart de conformité relatif à la qualification des moteurs des pompes RRA des réacteurs du palier CPY soit résorbé au plus tôt. Ce point fait l'objet de la recommandation n° 2 de l'avis [2].**

Par ailleurs, au cours de son expertise [2], l'IRSN a identifié une évolution de conduite, déjà expertisée dans le cadre du quatrième réexamen périodique des réacteurs de 900 MWe, dont la mise en œuvre anticipée pourrait améliorer significativement la gestion d'une perte des pompes RRA, lorsque le circuit primaire est non suffisamment ouvert. Cette évolution de conduite a pour objectif de permettre la remise en service d'un appoint au circuit primaire dans des cas où il aurait pu être arrêté abusivement et où il est nécessaire. **Ce point fait l'objet de la recommandation n° 3 de l'avis [2].**

En février 2021, l'ASN a demandé à EDF [3] de se positionner, sous trois mois, sur un planning de résorption de l'écart. Dans l'attente de la résorption de l'écart, l'ASN a demandé à EDF de procéder à chaque cycle à des mesures d'isolement des câbles des moteurs RRA. De plus, l'ASN a demandé à EDF d'analyser et de proposer sous trois mois la mise en place de mesures compensatoires pour prendre en compte l'augmentation de risque de perte des pompes RRA.

3. ANALYSE PROBABILISTE

Pour EDF, l'évènement survenu au Tricastin en 2019 n'est pas précurseur¹. Cette conclusion s'appuie sur une étude particulière réalisée à partir du modèle EPS² de niveau 1 de référence du palier CPY. Cette étude d'EDF n'évalue cependant pas l'accroissement du risque de fusion du cœur induit par l'évènement relatif au vieillissement des moteurs des pompes RRA sur le réacteur n° 1 de Tricastin, mais sur un réacteur hypothétique du palier CPY. En effet, le réacteur considéré par EDF n'a pas subi de panne au niveau des moteurs des pompes RRA, mais la fiabilité de ces moteurs est légèrement pénalisée pour tenir compte du fait qu'une défaillance de ce type a été recensée sur l'un des 28 réacteurs du palier CPY lors d'une durée de fonctionnement de deux ans.

¹ Un évènement est dit « précurseur » lorsque son occurrence sur un réacteur induit un accroissement du risque de fusion du cœur supérieur à 10^{-6} par rapport à la valeur de référence. L'analyse probabiliste apporte des éléments chiffrés qui permettent de mieux appréhender la gravité des évènements. Elle aide ainsi à hiérarchiser les priorités dans le traitement des évènements, à évaluer la pertinence des actions de retour d'expérience et l'efficacité des mesures correctives. Elle permet également de relativiser l'importance de certains incidents ou de mettre en évidence des situations qui auraient pu ne pas être identifiées à risque. Parmi ces évènements, les évènements dont le surcroît de risque est supérieur à 10^{-4} font l'objet d'une attention particulière : l'exploitant définit un traitement spécifique et des délais de mise en œuvre des mesures correctives.

² EPS : études probabilistes de sûreté. Les EPS de niveau 1 permettent d'estimer la fréquence annuelle de fusion du cœur d'un réacteur.

En utilisant ses propres modèles EPS, l'IRSN a estimé l'accroissement du risque de fusion du cœur du réacteur n° 1 du Tricastin induit par l'écart constaté sur le moteur de la pompe RRA sur une durée d'un cycle. **Il est supérieur, d'au moins un facteur 10, au seuil au-delà duquel un événement est considéré précurseur.**

Cette estimation montre l'enjeu de sûreté associé à la demande faite par l'ASN à EDF d'analyser et de proposer sous trois mois la mise en place de mesures compensatoires pour prendre en compte l'augmentation de risque de perte des pompes RRA.

L'accroissement du risque le plus élevé est observé lorsque le réacteur se trouve dans les états d'arrêt pour intervention (API) alors que le circuit primaire n'est pas pressurisable ; en effet, dans ces configurations d'exploitation, le refroidissement par les générateurs de vapeur (GV) n'est pas valorisable et ne peut donc pas pallier la perte du refroidissement par les pompes RRA.

Au cours de son analyse probabiliste, l'IRSN a identifié que la mise en œuvre des mesures compensatoires suivantes sur l'ensemble des réacteurs du palier CPY permettrait de réduire le risque de perte des pompes RRA ou d'une ligne de défense nécessaire pour maîtriser une situation de perte totale du système RRA, dans les configurations d'exploitation du domaine API pour lesquelles le circuit primaire n'est pas pressurisable :

- ne pas réaliser, dans ces états, d'activité d'exploitation conduisant à un démarrage d'une pompes RRA, y compris lors des essais périodiques des diesels conduisant à un délestage et relestage ;
- ne pas programmer, dans ces états, d'intervention sur les systèmes RIS BP³ et EAS⁴ avant déchargement du combustible ;
- ne pas programmer de passage à la plage de travail basse du circuit RRA⁵ lorsque le cœur est chargé pour la pose des tapes GV⁶ ;
- s'assurer, avant d'ouvrir le circuit primaire lors de la mise à l'arrêt du réacteur, de la possibilité de réalimenter la bêche PTR par des moyens à la disposition de l'équipe de crise en cas de perte du RRA.

L'IRSN considère que les éléments susmentionnés, qui sont des enseignements tirés de l'évaluation probabiliste, devront être pris en compte par EDF dans le cadre de sa réponse à la demande de l'ASN [3].

IRSN

Le Directeur général

Par délégation

Frédérique PICHEREAU

Adjoint au Directeur de l'expertise de sûreté

³ RIS BP : système d'injection de sécurité à basse pression.

⁴ EAS : système d'aspersion dans l'enceinte.

⁵ La plage de travail basse du RRA correspond au niveau de réfrigérant dans le circuit primaire le plus bas qui permet un fonctionnement correct de l'ensemble du système RRA.

⁶ Des obturateurs à joint passif (ou « tapes ») sont mis en place dans les GV pendant les arrêts de tranche pour permettre la réalisation d'interventions de maintenance au niveau des tubes des GV.