

Fontenay-aux-Roses, le 1<sup>er</sup> août 2018

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

Avis IRSN/2018-00219

Objet : VD2 N4 - Thème DIV 11 : « Ergonomie du système informatique de conduite (KIC) »

Réf. Lettre ASN-CODEP-DCN-2016-024163 du 14 juin 2016.

Par la 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 la pertinence et la suffisance du protocole de recueil et d'analyse des données du retour d'expérience événementiel et des observations réalisées en situation de travail (conduite normale, incidentelle et accidentelle) ainsi que sur les enseignements tirés à l'issue de ce retour d'expérience, et, en particulier, sur les évolutions matérielles et organisationnelles prévues par EDF concernant la version 7 des moyens de conduite informatisés (KIC) des réacteurs du palier N4. Cette demande s'inscrit dans le cadre du deuxième réexamen périodique des réacteurs du palier N4 (VD2 N4).

Le présent avis expose les conclusions de l'analyse de l'IRSN.

#### Contexte de l'instruction

À la différence des autres réacteurs du parc en fonctionnement, qui ne disposent que de moyens de conduite conventionnels, la conduite des réacteurs du palier N4 s'effectue principalement par l'intermédiaire de postes de conduite entièrement informatisés.

Lors de l'instruction associée à la préparation de la réunion du Groupe Permanent d'Experts pour les réacteurs nucléaires du 20 avril 2000 consacrée à la mise en service définitive du réacteur n°1 de la centrale nucléaire de Chooz B, l'examen par l'IRSN de l'utilisation des moyens de conduite informatisés en salle de commande durant le premier cycle d'exploitation du réacteur avait mis en évidence des difficultés des équipes de conduite pour se construire une représentation globale de l'état du réacteur et de sa dynamique, ainsi que pour effectuer la surveillance de l'état du réacteur et réaliser des activités d'exploitation. Ces difficultés étaient principalement dues à la complexité de certains dialogues du système informatisé de conduite (KIC), à la densité informationnelle des images de conduite, à des défauts de conception d'outils de suivi de changements d'état des équipements ou d'évolution de paramètres, ou encore à l'absence d'outils dédiés aux relevés de début de quart ou aux essais périodiques. À titre d'exemple, certains essais périodiques effectués habituellement en dix minutes sur les autres

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

réacteurs du parc en fonctionnement pouvaient durer jusqu'à trois heures sur le palier N4 en raison du nombre conséquent d'étapes de dialogue nécessaires à la mise en surveillance des paramètres.

Pour pallier ces difficultés, EDF a conçu et mis en place, entre 2005 et 2007, une nouvelle version (V7) du KIC. Les modifications introduites dans cette nouvelle version ont porté sur les éléments suivants :

- les alarmes (amélioration de la pertinence et des modes de présentation) ;
- la gestion des dialogues et la présentation des informations au KIC ;
- les images d'aide à la conduite ;
- les consignes en conduite normale ;
- les consignes en conduite incidentelle / accidentelle (CIA).

#### Une méthodologie globalement satisfaisante

L'IRSN considère que la méthodologie mise en œuvre par EDF pour évaluer l'efficacité des évolutions apportées par la version 7 du KIC est globalement satisfaisante. Les évaluations ont été effectuées par EDF en 2013 sur les sites de Chooz et de Civaux avec l'appui de spécialistes des facteurs organisationnels et humains (FOH). En conduite normale, les observations effectuées par EDF, lors de quinze quarts de conduite, ont notamment porté sur des activités de fond telles que la surveillance (permanente et périodique) et le traitement d'alarmes, sur des activités d'exploitation courantes telles que des réglages, des contrôles de disponibilité des équipements requis pour un changement d'état du réacteur ou des essais périodiques (EP) et, enfin, sur des transitoires sensibles tels que le démarrage et l'arrêt de groupes moto-pompes primaires et la vidange du circuit primaire. Ces activités ont été observées dans différents états de l'installation, tranche en marche et en arrêt de tranche. En CIA, EDF a observé sur simulateur une équipe de conduite face à trois scénarios qui avaient déjà été testés avec la version 6 du KIC, examinée par l'IRSN en 2000.

#### Des évolutions globalement efficaces

L'IRSN estime que, dans l'ensemble, les évolutions apportées par EDF dans le cadre de la version 7 permettent de répondre de façon satisfaisante aux difficultés relevées avec la version 6. Dans le cas des réacteurs du palier N4, la vision du procédé étant morcelée sur plusieurs niveaux d'images et l'information devant être intentionnellement recherchée, la détection d'une dérive suppose que la bonne image soit affichée au bon moment sur l'un des écrans de conduite. Ainsi, faute d'images dédiées dans la version 6 du KIC, les opérateurs étaient contraints de s'en remettre essentiellement au système d'alarme pour assurer la surveillance de l'installation. Avec la version 7 du KIC, les évolutions apportées aux outils de suivi des paramètres et la réalisation d'images d'aide à la conduite permettent dorénavant aux opérateurs de se construire une représentation globale de l'état du réacteur et favorisent l'anticipation de dérives préjudiciables pour la sûreté. De même, les principales difficultés rencontrées pour utiliser les consignes de conduite normale avec la version 6 du KIC ont été levées. La version 7 du KIC donne notamment aux opérateurs plus de souplesse pour cheminer dans les consignes et piloter le réacteur en fonction de l'état réel de l'installation.

L'évaluation effectuée par EDF l'a néanmoins conduit à identifier des points qui restaient encore à améliorer. Ainsi, dans le cadre de la version 8<sup>1</sup> du KIC qui sera déployée pour la VD2 N4, des évolutions seront apportées avec :

- l'affichage de la date et de l'heure d'apparition des alarmes pour mieux gérer les alarmes ;

<sup>1</sup> La version 8 du KIC sera déployée sur le réacteur n°1 du CNPE de Civaux lors de la visite partielle de 2021, puis sur le réacteur n°2 en 2022 lors de la visite décennale et, enfin, sur les deux réacteurs du CNPE de Chooz lors de la visite partielle de 2024.

- l'amélioration de la présentation et des modes d'accès à l'historique de l'évolution des paramètres pour faciliter la surveillance de l'installation (par exemple lors de la réalisation d'EP) ou l'analyse d'un événement ;
- l'amélioration de la commande de réglage de certaines régulations dont la sensibilité conduisait parfois à des sorties du domaine de fonctionnement du réacteur.

#### Des pistes d'amélioration complémentaires à considérer

Malgré la pertinence des évolutions apportées par la version 7, l'IRSN a identifié des difficultés qui, sans remettre en cause l'exploitation en toute sûreté du réacteur, pénalisent néanmoins la recherche ou le traitement d'informations.

Ainsi, à l'origine de la conception du palier N4, EDF avait prévu une liaison informatique entre l'outil d'aide informatisée à la consignation (KAC) et le système de conduite (KIC). Cette liaison devait permettre aux opérateurs en salle de commande de disposer des informations présentant l'état réel de l'installation : indication des matériels condamnés ou en essai, inhibition des alarmes résultant de la consignation ou de la mise en essai de matériels. Néanmoins, compte tenu du constat d'incohérences entre l'état réel des consignations en local et leur matérialisation sur le KIC malgré la liaison informatique entre le KIC et le KAC, celle-ci a été abandonnée. Or l'absence de liaison entre le KIC et le KAC entraîne l'affichage d'une alarme permanente « Défaut calculateur KIC » non pertinente, ce qui oblige les opérateurs à vérifier l'absence d'une défaillance réelle du KIC à partir d'autres sources d'informations. L'IRSN note qu'EDF prévoit de modifier les données du KIC de manière à inhiber cette alarme. Cette modification sera effective avec la version de données qui sera installée en même temps que la version 8 du KIC. Ceci est satisfaisant.

S'agissant du système d'alarmes, l'IRSN note que des alarmes non pertinentes dans certains états du réacteur sont encore affichées. Il s'agit par exemple de l'alarme « discordance capteurs » liée à des défauts sur le système de protection du réacteur (RPR) ; celle-ci peut apparaître alors que certains capteurs ne sont pas requis dans la situation. Au cours de l'instruction, une des équipes rencontrées par l'IRSN explique que le traitement de cette alarme exige la revue de onze images liées au RPR pour identifier les capteurs concernés, ce qui augmente le délai de détection des indisponibilités. L'IRSN souligne que ce fonctionnement ne semble pas optimal et pourrait faire l'objet d'une réflexion dans le cadre des futures versions du système informatisé.

Concernant les arrêts de tranche, chaque arrêt est singulier et les consignes doivent être adaptées en conséquence. Compte tenu du fait que la mise à jour des consignes informatisées est difficile, l'exploitant procède uniquement à une mise à jour sous format papier des consignes, ce qui prive les opérateurs des contrôles automatiques effectués par le KIC. À cet égard, EDF indique que le processus d'élaboration des consignes informatisées comporte un important cycle de vérification et de requalification des consignes modifiées qui s'étale sur plusieurs mois, ce qui est primordial pour assurer la qualité des consignes informatisées, mais s'avère de fait incompatible avec une évolution ponctuelle et temporaire des consignes pour une problématique particulière rencontrée lors d'un arrêt de tranche. L'IRSN partage l'importance donnée au cycle de vérification et de requalification des consignes modifiées. Toutefois, l'optimisation du délai nécessaire à la mise à jour des consignes informatisées pourrait constituer un axe d'amélioration pour les futures versions du système informatisé.

S'agissant des images d'aide à la conduite (IAC), ces dernières constituent une aide efficace pour les équipes de conduite. À cet égard, EDF maintient sur les sites une activité de développement de nouvelles images dans le cadre d'un groupe de travail pluridisciplinaire. Nonobstant, l'IRSN a pu observer que les opérateurs ne disposent toujours pas d'IAC adaptées à certaines situations spécifiques d'exploitation, telles que la réalisation de contrôles des

équipements requis pour le redémarrage du réacteur qui s'opère généralement sous fortes contraintes temporelles. Sur ce point, EDF indique que le contrôle des équipements requis pour le redémarrage est réalisable en dehors des IAC. Une fonctionnalité du système d'alarme permet en effet de simuler n'importe quel état de tranche et d'afficher les alarmes induites par les matériels non disponibles qui seraient requis dans l'état de tranche simulé. EDF précise que les opérateurs peuvent ainsi traiter toutes les indisponibilités avant le passage effectif dans la situation de tranche précédemment simulée. Pour l'IRSN, la fonctionnalité décrite par EDF est satisfaisante dans le principe. Toutefois, le recours à des images de synthèse telles que les IAC devrait être privilégié : elles facilitent l'accès à l'ensemble des informations juste nécessaires pour un contrôle particulier, ce qui limite les risques d'erreurs de recherche d'informations liées à plusieurs systèmes, notamment quand cette recherche s'opère parmi plusieurs écrans d'information (ou pages d'alarmes) et sous fortes contraintes temporelles.

S'agissant des surveillances périodiques, l'IRSN constate que les courbes sont actuellement visualisées sur une échelle de 30 minutes, alors qu'il paraîtrait plus opérationnel de les visualiser sur une échelle de 2 heures afin de pouvoir détecter les dérives lentes de paramètres entre deux surveillances périodiques. EDF indique que la conception des IAC relève du service imagerie du palier N4 rattaché au service conduite du CNPE de Civaux et précise que les besoins d'évolutions d'imagerie sont tracés par les personnels de conduite dans des « *Demandes d'Évolutions Documentaires de classe 4* » qui sont examinées lors de réunions mensuelles entre les personnels de conduite et le service imagerie afin de statuer sur leur prise en compte et les délais prévisionnels d'intégration au KIC. Pour l'IRSN, l'intérêt d'une adaptation de l'échelle de temps des courbes devrait être examiné dans le cadre du processus décrit *supra*.

Pour l'IRSN, la prise en compte de ces difficultés dans les futures versions du système informatisé de conduite serait de nature à optimiser la réalisation des activités de conduite.

### **Conclusion**

En conclusion de son évaluation, l'IRSN considère que les résultats de l'évaluation ergonomique réalisée par EDF, selon une méthodologie globalement satisfaisante, montrent que les améliorations apportées à la version 7 du système informatisé de conduite du palier N4 permettent de répondre aux difficultés qui avaient été relevées avec la version 6.

Toutefois, des améliorations pourraient encore être effectuées, par exemple pour la gestion des alarmes, le suivi de paramètres, l'adaptation de consignes pour les arrêts de tranche, ou encore la réalisation d'images d'aide à la conduite adaptées à certaines situations. Un certain nombre d'actions en ce sens sont prises en compte par EDF pour la version 8 du KIC qui sera déployée pour la VD2 du palier N4.

Pour le Directeur général et par délégation,

Frédérique PICHEREAU

Adjoint au Directeur de l'expertise de sûreté