



RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE

Liberté
Égalité
Fraternité

IRSN
INSTITUT DE RADIOPROTECTION
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

Fontenay-aux-Roses, le 27 septembre 2024

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

AVIS IRSN N° 2024-00137

Objet : EDF – REP – Analyse du retour d'expérience de l'exploitation des réacteurs électronucléaires – Années 2022 et 2023.

Réf. : [1] Saisine ASN – CODEP-DCN-2024-007299 du 3 avril 2024.
[2] Avis IRSN n° 2024-00089 du 4 juillet 2024.
[3] Avis IRSN n° 2023-00079 du 8 juin 2023.

Conformément à la saisine de l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) en référence [1], l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) a caractérisé les tendances issues de l'analyse de l'ensemble des événements significatifs pour la sûreté, la radioprotection et l'environnement déclarés par Électricité de France (EDF) en 2022 et 2023 pour l'ensemble de son parc électronucléaire.

Pour ce qui concerne l'exploitation des réacteurs français, cette analyse vise à apprécier la sûreté des réacteurs du parc EDF en fonctionnement ; elle se fonde pour cela sur diverses données issues du suivi de l'exploitation des réacteurs d'EDF, ainsi que sur l'examen des enseignements tirés du retour d'expérience (REX) international de l'exploitation des réacteurs électronucléaires (données provenant principalement de l'AIEA¹ et de la NRC²).

L'évaluation de l'IRSN présentée ci-après prend ainsi en compte, d'une part, l'ensemble des événements significatifs pour la sûreté (ESS), pour la radioprotection (ESR) et pour l'environnement (ESE) déclarés par EDF, et, d'autre part, les informations issues des rapports d'inspection de l'ASN et des expertises de l'IRSN menées dans le cadre du suivi de l'exploitation des réacteurs d'EDF.

Elle repose sur des méthodes et des outils d'analyse du REX qui permettent d'appréhender le contexte global dans lequel un événement s'est produit et de comprendre les différents facteurs qui en sont à l'origine et ceux qui ont permis sa maîtrise, qu'ils soient de nature matérielle, organisationnelle ou humaine. Cette analyse met en évidence des points de fragilité qui sont ensuite examinés de manière approfondie.

Les principales conclusions de l'analyse réalisée par l'IRSN du REX de l'exploitation des réacteurs électronucléaires en matière de sûreté, de radioprotection et d'environnement, pour la période 2022-2023, sont présentées ci-après.

¹ AIEA : Agence internationale de l'énergie atomique.

² NRC : Nuclear Regulatory Commission (USA).

MEMBRE DE
ETSON

1. ÉVALUATION DE LA SÛRETÉ DU PARC ÉLECTRONUCLÉAIRE EN FONCTIONNEMENT POUR LES ANNÉES 2022 ET 2023

Pour les années 2022 et 2023, l'IRSN a analysé l'ensemble des ESS déclarés par EDF, en s'appuyant sur des informations complémentaires issues des inspections menées par l'ASN. L'analyse a en outre porté sur les thématiques suivantes :

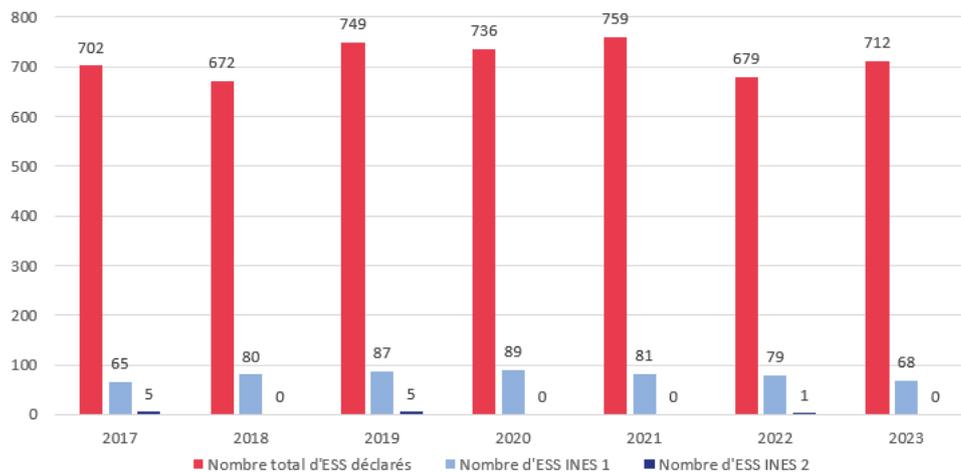
- les événements précurseurs³ ;
- les données de fiabilité des pompes, turbines et moteur du système ASG⁴ ;
- les diesels d'ultime secours.

La prise en compte du REX international par EDF n'appelle pas de commentaire de la part de l'IRSN, qui la juge satisfaisante sur la période considérée.

1.1. BILAN DES ÉVÉNEMENTS SIGNIFICATIFS POUR LA SÛRETÉ

1.1.1. Bilan quantitatif des événements significatifs pour la sûreté

Le nombre d'ESS déclarés par EDF en 2022 est en diminution d'environ 10 % par rapport à 2021 ; la baisse s'observe en particulier pour le palier N4, année au cours de laquelle la durée des arrêts de réacteur a été particulièrement longue du fait du programme de traitement de la corrosion sous contrainte observée sur des lignes de tuyauterie en acier inoxydable. La baisse du nombre d'ESS de l'année 2022 apparaît comme une conséquence de ces arrêts plus nombreux et prolongés, ce que tend à confirmer le retour à la hausse du nombre d'ESS déclarés en 2023.



La proportion d'ESS de niveau 1 sur l'échelle INES⁵ reste stable à environ 10 % du nombre global d'ESS déclarés. Un ESS de niveau 2 sur l'échelle INES a été déclaré en 2022 et concerne la découverte d'un défaut de corrosion

³ La gravité d'un ESS peut être évaluée en quantifiant l'accroissement du risque de fusion du cœur induit par l'occurrence de l'événement. Lorsque l'accroissement du risque de fusion du cœur est supérieur à 10^{-6} par an, l'événement est qualifié de « précurseur ».

⁴ ASG : système d'alimentation de secours des générateurs de vapeur.

⁵ INES : International Nuclear Event Scale. L'échelle internationale de classement des événements nucléaires, dite échelle INES, permet d'aider la population et les médias à comprendre immédiatement la gravité d'un incident ou d'un accident dans le domaine nucléaire. Cette échelle compte huit niveaux de gravité notés de 0 à 7. Un écart est classé en niveau 0, un incident nucléaire est classé en niveau 1 à 3, et un accident nucléaire en niveau 4 à 7.

sous contrainte particulièrement étendu sur une tuyauterie du réacteur n° 1 du centre nucléaire de production d'électricité (CNPE) de Penly.

1.1.2. Analyse transverse des événements significatifs pour la sûreté

Au terme de son analyse du REX d'exploitation des années 2022 et 2023, l'IRSN estime que les fragilités déjà soulevées les années précédentes demeurent, notamment certaines faiblesses en matière d'organisation des équipes de conduite ou de rigueur d'exploitation, pour citer deux exemples. Ainsi, les effets du programme « START 2025 » mis en œuvre par EDF n'apparaissent pas encore de manière significative. **À cet égard, l'IRSN estime qu'EDF devrait présenter périodiquement les observables lui permettant d'évaluer l'efficacité des actions mises en œuvre dans le cadre de ce programme.**

Parmi les fragilités qui demeurent, l'IRSN relève que le nombre d'ESS dus au non-respect des spécifications techniques d'exploitation reste élevé, même si une inflexion à la baisse peut être observée. Cette diminution demande à être confirmée à l'avenir. L'IRSN a en outre identifié des situations où les mesures compensatoires temporaires qu'EDF définit dans les dossiers de dérogation aux règles générales d'exploitation (RGE) ne sont pas respectées. L'IRSN considère qu'il appartient à EDF de mettre en œuvre les dispositions techniques et organisationnelles permettant de garantir un respect plus strict des mesures compensatoires définies. Les dispositions organisationnelles retenues doivent en particulier être adaptées aux situations pour lesquelles la durée d'application de la dérogation aux RGE est longue.

Pour ce qui concerne les défauts de configuration des circuits, et en premier lieu les défauts de gestion des condamnations administratives, l'augmentation du nombre d'ESS persiste. EDF a mis en œuvre un plan d'action depuis fin 2023 pour la période 2024-2025 sur ce thème spécifiquement.

Parmi les faits marquants de la période, l'IRSN a identifié un certain nombre d'ESS qui ont résulté de l'absence de report en salle de commande de la position (embrochée ou non) des cellules électriques 6,6 kV alimentant les utilisateurs du DUS. À ce sujet, EDF s'est engagé à mettre en œuvre plusieurs actions visant à expliciter les spécificités de ces équipements, déployés au cours de ces dernières années, dans la documentation et la formation du personnel. **De manière plus générale, la prise en compte des facteurs organisationnels et humains en exploitation devrait être davantage anticipée avant le déploiement de modifications matérielles ou intellectuelles.**

L'IRSN a également focalisé son attention sur les événements liés à la maîtrise de la réactivité, en se concentrant sur les situations de fonctionnement au-delà de la puissance maximale autorisée ou bien des situations de convergence du réacteur suivie d'une divergence non souhaitée. Cette analyse a mis en exergue un défaut de prise en compte du REX de ce type de situation, présentant pourtant un enjeu de sûreté important. Elle a en outre permis de souligner un manque d'entraînement des équipes de conduite face aux situations à faibles flux, notamment lors des transitoires de convergence du réacteur, qui constituent des transitoires sensibles. Ce point devrait néanmoins être amélioré avec les actions du programme START 2025. Enfin, l'analyse a mis en évidence un besoin de sensibiliser les équipes de conduite au risque de dépassement de la puissance maximale autorisée en cas de modification notable du rendement du réacteur. À cet égard, outre les effets attendus du programme START 2025, EDF s'est engagé à modifier la documentation opérationnelle afin de prendre en compte le REX des ESS en lien avec un risque de dépassement de la puissance maximale autorisée.

Par ailleurs, l'IRSN a expertisé plusieurs dossiers nécessitant des dérogations aux RGE, limités à ce stade à un CNPE voire un réacteur, motivés par des situations susceptibles de se produire sur l'ensemble du parc. En effet, les dossiers en question concernent des rénovations ou des modifications envisagées du fait du vieillissement des installations et ils pourraient se multiplier à l'avenir. Il s'agit par exemple de la rénovation des

tuyauteries du système SEC⁶ du CNPE du Bugey, ou de tuyauteries du système SER⁷ du CNPE de Gravelines. L'IRSN constate que ces travaux de remplacement ou de rénovation sortent du cadre de l'exploitation normale des réacteurs, et rien n'a été prévu à la conception, ou dans le référentiel d'exploitation, pour les réaliser. De plus, certains de ces équipements sont désormais valorisés en cas d'accident alors qu'ils ne l'étaient pas au démarrage des réacteurs, faisant peser sur ceux-ci des exigences qui n'ont pas été prévues et difficiles à intégrer au contexte de l'exploitation. Ces exigences rendent d'autant plus difficile la réalisation des travaux. **Ainsi, l'impact du vieillissement des installations sur l'exploitation des réacteurs apparaît comme un sujet d'actualité qu'EDF devrait traiter dans un avenir proche vu l'ancienneté de ses installations.**

1.2. ÉVÉNEMENTS PRÉCURSEURS

La gravité d'un ESS peut être évaluée en quantifiant l'accroissement du risque de fusion du cœur induit par l'occurrence de l'événement. Lorsque l'accroissement du risque de fusion du cœur est supérieur à 10^{-6} par an, l'événement est qualifié de « précurseur ». Cette méthode d'analyse, où l'estimation du risque est réalisée au moyen des études probabilistes de sûreté (EPS) en prenant en compte l'état réel de l'installation, est utilisée en complément des méthodes classiques d'analyse du REX afin de caractériser la gravité d'un événement.

Ainsi, l'IRSN a identifié 17 ESS précurseurs ayant affecté les réacteurs entre le 1^{er} juillet 2021 et le 30 juin 2022, ce qui représente un peu plus de 2 % des ESS déclarés pendant la même période. L'IRSN souligne que le programme précurseur d'EDF est maintenant bien intégré au processus de traitement du REX. Néanmoins, l'identification des événements précurseurs par EDF reste perfectible, certains événements dont les conséquences sur la sûreté ont été estimées significatives par l'IRSN n'ayant pas été retenus par EDF. **Étant donné le renforcement de la détection des événements précurseurs mis en place par EDF depuis septembre 2022, ce point fera l'objet d'un suivi particulier de la part de l'IRSN lors des prochains bilans.**

Par ailleurs, depuis le début de l'année 2022, pour chaque événement identifié comme précurseur, EDF réévalue les actions correctives définies en première analyse afin de les compléter le cas échéant, ce qui pour l'IRSN est dans le principe satisfaisant. **Néanmoins, à l'issue de sa propre analyse, l'IRSN a estimé que les actions correctives retenues par EDF au terme de ce processus de réévaluation ne sont pas toujours à la hauteur de l'enjeu. L'IRSN a ainsi émis des avis spécifiques à chacun des événements concernés.**

Enfin, dans le cadre de son avis en référence [2], relatif à l'événement induit par le risque de dégradation de joints situés en amont du filtre à sable en conditions d'accident grave, **l'IRSN a mis en exergue l'intérêt d'utiliser les EPS de niveau 2⁸ et de définir des critères permettant de discriminer les événements qui ont un impact significatif sur le risque de rejets de ceux dont l'impact est plus faible.** Cela permettrait, en complément des critères existants, de définir les priorités de traitement des ESS affectant le confinement et d'évaluer la pertinence des mesures correctives.

1.3. DONNÉES DE FIABILITÉ DES POMPES, TURBINES ET MOTEURS DU SYSTÈME ASG

L'IRSN a expertisé la déclinaison aux pompes, moteurs et turbines du système ASG de la méthode⁹ d'EDF permettant d'élaborer des données de fiabilité des matériels représentatives du parc en fonctionnement et utilisées dans les études probabilistes de sûreté. Cette méthode permet à EDF d'évaluer des taux de défaillance des équipements, au démarrage ou en fonctionnement, en distinguant les défaillances indépendantes ou par

⁶ SEC : Circuit d'eau brute secouru.

⁷ SER : Système de distribution d'eau déminéralisée.

⁸ L'étude probabiliste de sûreté de niveau 2 (EPS2) constitue un prolongement de l'EPS de niveau 1. Alors que cette dernière évalue la fréquence des accidents avec fusion du combustible dans le cœur du réacteur ou dans la piscine de désactivation, l'EPS2 a pour objectif d'évaluer les fréquences et les niveaux des rejets dans l'environnement résultant de la progression de tels accidents, appelés accidents graves.

⁹ Cette méthode a fait l'objet d'une expertise de l'IRSN dans le cadre de l'avis en référence [3].

mode commun. À titre d'exemple, les taux de défaillance en fonctionnement varient entre $1,4 \cdot 10^{-5}/h$ et $8,2 \cdot 10^{-4}/h$ pour ces équipements sur les dernières périodes de scrutation du REX retenues par EDF.

Une amélioration de la fiabilité en fonctionnement des pompes et des turbines ASG est constatée par rapport à la période de scrutation antérieure. Pour des raisons de conception et d'exploitation, le taux de défaillance en fonctionnement des turbines ASG est plus élevé pour le palier CPY que pour les autres paliers.

Ces conclusions sont établies à partir de données datant d'une dizaine d'années. Ainsi, pour pouvoir confirmer cette tendance, les données de fiabilité concernant les pompes et moteurs du système ASG doivent être actualisées pour prendre en compte le REX d'exploitation le plus récent, conformément au délai de 5 ans prévu par la méthode d'EDF pour ces matériels importants pour la sûreté.

L'IRSN souligne que la représentativité des données de fiabilité repose d'abord sur la qualité des données recueillies par les sites et introduites dans la base de données dite EAM¹⁰. À cet égard, de nombreux événements collectés sur site et versés dans la base de données EAM sont actuellement associés indistinctement à un manque d'information ou à un doute sur la capacité du matériel à assurer sa fonction. EDF prévoit de distinguer ces deux situations, ce qui permettra de vérifier que le nombre d'événements associés à un manque d'information diminue et d'améliorer la représentativité des données de fiabilité.

Au niveau national d'EDF, de nombreux événements concernant les matériels du système ASG ne sont *in fine* pas retenus pour l'élaboration des données de fiabilité. L'IRSN estime que cela mérite un traitement documentaire plus précis, ce qui est prévu. Pour l'IRSN, cela concerne aussi les événements correspondant à des amorces de dégradation¹¹. De manière générale, certaines analyses d'événement réalisées au niveau national pourraient être reversées dans la base EAM pour assurer leur capitalisation.

Enfin, EDF a confirmé l'utilisation de ces analyses de fiabilité d'équipement dans le cadre des revues de fonction réalisées au niveau national d'EDF, ce qui constitue une avancée notable.

1.4. DIESELS D'ULTIME SECOURS

L'installation des DUS fait suite aux décisions de l'ASN n° 2012-DC-074 à 2012-DC-0292 datées du 26 juin 2012, émises à la suite de l'accident nucléaire survenu sur la centrale nucléaire de Fukushima Daiichi en mars 2011, qui prescrivent, pour chaque réacteur, l'installation d' « *un moyen d'alimentation électrique supplémentaire permettant d'alimenter, en cas de perte des autres alimentations électriques externes et internes, les systèmes et composants appartenant au noyau dur* ». Par la suite, les missions du DUS ont été étendues, et cet équipement est aujourd'hui valorisé dans la démonstration de sûreté des réacteurs au-delà des seules situations extrêmes définies lors des évaluations complémentaires de sûreté. Cela conduit à de fortes contraintes d'exploitation au niveau des essais périodiques et des STE.

L'IRSN a évalué la fiabilité des DUS *via* l'expertise des ESS déclarés par EDF et des actions correctives associées, et la réalisation de visites techniques. L'IRSN a également analysé l'appropriation de la modification par l'exploitant, au travers des thèmes suivants : l'anticipation des impacts organisationnels et humains de la mise en service des DUS, les difficultés d'exploitation et enfin la gestion de la maintenance corrective.

Selon l'IRSN, les nombreux ESS déclarés lors des premières années d'exploitation des DUS révèlent un défaut de maîtrise de ces nouveaux matériels. La majorité des problèmes techniques semble désormais prise en charge par EDF de façon satisfaisante, bien que leur complexité ne permette pas une résolution rapide.

¹⁰ EAM : Exploitation Asset Management.

¹¹ Une amorce de dégradation n'empêcherait pas un équipement d'assurer sa mission.

Toutefois, les DUS des réacteurs de 1300 MWe continuent à être touchés par des départs de feu, liés à leur conception spécifique, malgré les moyens importants déployés par EDF. Ce problème ne peut donc être considéré comme soldé.

Par ailleurs, l'appropriation des différents matériels nécessaires à la disponibilité du DUS par l'ensemble des intervenants n'est pas encore aboutie, comme le montre la persistance d'ESS dont les causes sont liées à cette appropriation.

L'IRSN estime que la fiabilité des DUS, en particulier ceux des réacteurs de 1300 MWe, doit être considérée comme étant en cours d'acquisition. À cet égard, EDF mène des actions conséquentes à ce sujet, notamment en vue du traitement des défaillances techniques.

De manière générale, la mise en œuvre de modifications visant à améliorer les performances en termes de sûreté ou de production des installations peut induire des évolutions des pratiques d'exploitation, constituer une perturbation non-négligeable pour les acteurs sur site, et être à l'origine, dans certains cas, d'une régression sur le plan de la maîtrise des risques. Dans son analyse, l'IRSN a pu identifier des difficultés notables rencontrées par différents acteurs opérationnels durant les premiers mois d'exploitation du DUS, notamment sur les CNPE du palier 1300 MWe, qui témoignent en particulier du caractère globalement insuffisant des dispositions de formation et d'accompagnement qui avaient été prévues au niveau national et déployées au niveau local, et d'un pilotage national insuffisant du partage d'expérience entre les sites concernant ces dimensions organisationnelles.

À l'issue de l'expertise, EDF a présenté de nouvelles dispositions organisationnelles pour améliorer le « processus modification », notamment lorsqu'il s'applique à des projets de modification de grande ampleur. De plus, EDF a indiqué que des dispositions visant le renforcement de la réactivité de traitement par les CNPE des événements fortuits affectant la disponibilité des DUS étaient en cours d'étude ou de déploiement. Pour l'IRSN, il appartiendra à EDF de démontrer la suffisance de ces dispositions *in fine* mises en œuvre pour résoudre ces aléas dans les délais définis dans le référentiel d'exploitation. Cela comprend les actions visant à améliorer la disponibilité des compétences internes et externes nécessaires aux CNPE pour diagnostiquer et résoudre les aléas affectant ce matériel et celles visant à renforcer la disponibilité des pièces de rechange.

Par ailleurs, EDF devra s'assurer que les évolutions nécessaires apportées au programme d'essais périodiques des DUS du palier 1300 MWe n'auront pas d'effet néfaste sur les pratiques d'exploitation.

2. ÉVALUATION DE LA RADIOPROTECTION DES TRAVAILLEURS POUR L'ANNÉE 2022

L'analyse menée sur le volet de la radioprotection visait, pour l'année 2022, d'une part, à établir le bilan des évolutions des doses reçues par les travailleurs, des événements et de la maîtrise de la propreté radiologique sur les CNPE et, d'autre part, à évaluer l'efficacité des actions mises en œuvre par EDF à la suite des engagements pris lors de précédentes expertises de l'IRSN ou en réponse à des demandes formulées par l'ASN. Pour l'année 2023, seules les premières tendances sont explicitées.

L'IRSN souligne, concernant l'année 2022, la baisse observée de la dose collective et de la dose individuelle moyenne. Elle s'explique par le nombre d'arrêts de réacteur réalisés en 2022 qui a été moins important qu'en 2021. L'IRSN note que les chantiers nécessaires au contrôle ou à la réparation des lignes des tuyauteries auxiliaires en acier inoxydable affectées par de la corrosion sous contrainte contribuent pour 8,5 % à la dose collective comptabilisée en 2022. Globalement, le nombre de déclarations d'événements significatifs pour la radioprotection poursuit sa tendance à la baisse amorcée depuis 2020.

Les résultats globaux concernant la radioprotection pour l'année 2022 sont en amélioration sur certaines thématiques telles que les zones rouges, les défauts de port de dosimètre en zone contrôlée et la

contamination des voiries, mais ne progressent pas sur les thématiques des tirs radiographiques, du processus zone orange et de gestion des sources. Ainsi, ces résultats restent contrastés à l'image de ceux de 2021.

Dans ce contexte, le plan d'action national de redressement du management de la radioprotection, engagé à la fin de l'année 2020 et élaboré à partir des résultats de l'année 2019, reste pleinement d'actualité. En effet, il est essentiel que les fondamentaux de la radioprotection soient partagés et mis en œuvre par l'ensemble des intervenants, qui, pour une partie d'entre eux, sont des primo-intervenants impliqués dans le déploiement de l'ambitieux programme industriel d'EDF, avec notamment la réalisation des modifications relevant du quatrième réexamen périodique des réacteurs, ou dans des chantiers à fort enjeu dosimétrique.

En tout état de cause, cette réappropriation des fondamentaux de la radioprotection nécessitera, de la part d'EDF, de poursuivre son engagement, ainsi que le suivi et l'accompagnement de ses partenaires industriels.

3. IMPACT ENVIRONNEMENTAL DU PARC EN FONCTIONNEMENT

Pour ce qui concerne l'impact environnemental du parc en fonctionnement, une baisse globale du nombre d'ESE est observée depuis 2021, même si cette baisse est à relativiser compte tenu de la pratique de déclaration des ESE par EDF consistant à les mutualiser. L'analyse par réacteur des déclarations d'ESE met en exergue la part importante du palier 1300 MWe qui déclare plus d'événements que le reste du parc en raison notamment d'émissions de gaz à effet de serre, tels que le SF6¹² et les fluides frigorigènes, au-delà des limites de rejet autorisées.

L'analyse des lignes de défense défaillantes à l'origine des ESE conduisant à des fuites de fluide frigorigène a permis de mettre en avant des phénomènes de vieillissement ainsi que certains choix de conception inappropriés ou encore des difficultés d'approvisionnement de pièces de rechange. De plus, les pertes de fluide frigorigène peuvent avoir un impact sur le bon fonctionnement des groupes froids dont certains ont un rôle pour la sûreté du réacteur.

Enfin, pour ce qui concerne les rejets d'hydrocarbures, l'IRSN considère que les actions nationales prévues par EDF concernant notamment le déshuileur du système SEH, associant l'ensemble des métiers en charge de l'exploitation de ce système sur un CNPE, permettront de réduire une partie des fuites dont il est à l'origine.

4. CONCLUSION

L'analyse par l'IRSN du retour d'expérience de l'exploitation des réacteurs d'EDF a pour objectif d'évaluer la prise en compte par EDF du REX d'exploitation des réacteurs du parc français et international en se fondant sur les déclarations d'événements significatifs pour la sûreté, la radioprotection et l'environnement, ainsi que sur les rapports d'inspection de l'ASN et des expertises de l'IRSN menées par ailleurs.

En matière de sûreté, la baisse du nombre d'ESS pour l'année 2022 est à considérer au regard de l'allongement de la durée des arrêts rendu nécessaire par les travaux d'ampleur menés pour le contrôle ou le remplacement préventif des lignes auxiliaires sensibles à la corrosion sous contrainte de nombreux réacteurs. L'examen du retour d'expérience des années 2022 et 2023 montre un nombre toujours élevé d'événements associés à un manque de rigueur dans l'exploitation ou dans la réalisation de la maintenance, ainsi que des non-respects des spécifications techniques d'exploitation ou de mesures compensatoires définies dans les dossiers de dérogation aux règles générales d'exploitation. Le programme « START 2025 » déployé par EDF devrait améliorer cet état de fait. À cet égard, l'IRSN attend des éléments factuels de la part d'EDF pour pouvoir juger de son efficacité sur le terrain.

¹² Le SF6 est un gaz isolant utilisé notamment dans les équipements électriques à haute tension (transformateurs, disjoncteurs...). Le SF6 est l'un des six types de gaz à effet de serre visés par le protocole de Kyoto ainsi que par la directive 2003/87/CE.

L'IRSN constate également que les travaux de remplacement ou de rénovation rendus indispensables par le vieillissement des installations sortent parfois du cadre de l'exploitation normale des réacteurs et engendrent de ce fait d'importantes difficultés de réalisation. **Ainsi, l'impact du vieillissement des installations sur l'exploitation des réacteurs apparaît comme un sujet d'actualité qu'EDF devrait utilement traiter dans un avenir proche.**

La mise en exploitation du DUS, qui constitue une évolution majeure, a également eu un impact sur l'exploitation des réacteurs tant d'un point de vue technique qu'organisationnel et humain. L'IRSN estime à ce jour que la fiabilité technique des DUS, et en particulier de ceux des réacteurs de 1300 MWe, est en cours d'acquisition.

En matière de radioprotection, l'IRSN constate que les résultats restent dans la continuité des années précédentes, l'objectif fixé par EDF en 2020 d'une réappropriation des fondamentaux de la radioprotection par l'ensemble des acteurs restant pleinement d'actualité. L'IRSN note que les chantiers nécessaires au contrôle ou à la réparation des lignes des circuits auxiliaires des réacteurs de 1300 MWe et de 1450 MWe affectées par de la corrosion sous contrainte contribuent pour 8,5 % à la dose collective comptabilisée en 2022.

En matière d'environnement, l'analyse par réacteur met en exergue la part importante du palier 1300 MWe dans les déclarations d'événements dus à des émissions de gaz à effet de serre tels que le SF6 et les fluides frigorigènes. Concernant ce second point, des phénomènes de vieillissement, des choix de conception inappropriés et des difficultés d'approvisionnement en pièce de rechange expliquent en grande partie les fuites constatées.

IRSN

Le Directeur général

Par délégation

Frédérique PICHEREAU

Adjoint au Directeur de l'expertise de sûreté