

AVANT-PROPOS

Ce rapport, destiné au président d'EDF, présente mon appréciation de l'état de la sûreté et de la radioprotection dans le Groupe.

Il s'adresse aussi à tous ceux qui, dans l'entreprise, à un titre ou à un autre, apportent leur contribution à la sûreté nucléaire et à la radioprotection, par leurs décisions ou leurs gestes quotidiens. Il aura atteint son objectif s'il leur fournit matière à réflexion.

Ce rapport vise aussi à identifier des signaux précurseurs et à suggérer des pistes d'amélioration. Il met donc l'accent sur les difficultés et les fragilités plutôt que sur les forces et les progrès. Il pourra paraître injuste à tous ceux qui ne mesurent pas leurs efforts pour assurer, au quotidien, la conception et l'exploitation en toute sûreté d'un outil de production nucléaire complexe et exigeant.

Il ne recherche pas l'exhaustivité. Le nombre de chapitres et le volume de chacun d'eux sont délibérément limités pour mettre en lumière les points les plus significatifs.

Ce rapport porte sur tout ce qui, dans le groupe EDF, contribue à la sûreté des activités nucléaires. Il s'agit en particulier de l'ingénierie et de l'exploitation en France et au Royaume-Uni. S'agissant des deux parcs nucléaires, il faut se garder de comparaisons hâtives car les technologies, les tailles et les contextes réglementaires sont différents.

Mon évaluation est fondée sur les informations et les observations recueillies auprès des équipes de terrain, lors de visites des unités et de rencontres avec les principales parties prenantes : représentants du personnel, membres du corps médical, entreprises prestataires, etc. Elle s'appuie aussi sur des échanges avec WANO¹ et les autorités de sûreté.

En 2020, les restrictions de circulation imposées par la pandémie Covid-19 ont perturbé le déroulement des visites. En France, toutes les visites annulées en raison du premier confinement ont été réalisées ultérieurement. Les visites des sites britanniques ont dû être organisées en visio-conférence, seul le membre britannique de l'IGSNR était présent *in situ*. Cela limite la portée des appréciations de ce rapport sur le parc britannique.

Je tiens à remercier toutes les personnes rencontrées, pour la qualité de leur accueil ainsi que pour la sincérité et la richesse de nos échanges. Leur ouverture, qui conditionne la pertinence de ce rapport, s'inscrit pleinement dans l'esprit de la culture de sûreté.

Je voudrais également remercier Jean-Michel Fourment, Bertrand de L'Épinois, Stephen Preece et Jean-Paul Joly qui n'ont pas ménagé leurs efforts, notamment lors de la rédaction de ce rapport. J'y joins une mention particulière pour André Palu qui a quitté l'équipe en 2020. Comme l'an dernier, le chapitre consacré à Framatome est rédigé par son Inspecteur général, Alain Payement.

Ce document est mis à la disposition du public, en français et en anglais, sur le site internet d'EDF (www.edf.fr).

**L'Inspecteur Général pour la Sûreté Nucléaire
et la Radioprotection du groupe EDF,**



**François de Lastic
Paris, le 25 janvier 2021**

¹ World Association of Nuclear Operators.

Sommaire

| | |
|---|-----------|
| Mon regard | 7 |
| 1 La sûreté en exploitation | 15 |
| 2 Une année marquée par la crise Covid-19 | 19 |
| 3 Revivifier la culture de la responsabilité et de la performance | 23 |
| 4 Sécurité et radioprotection : se réapproprié sans relâche les fondamentaux | 29 |
| 5 Faire des compétences une priorité des managers | 33 |
| 6 L'incendie : continuer à progresser | 39 |
| 7 Donner une dimension plus technique à la surveillance | 45 |
| 8 Les VD4 : un effort sans précédent pour la sûreté | 51 |
| 9 Les défis du nouveau nucléaire au-delà de Flamanville 3 | 57 |
| 10 Le rapport de l'Inspection générale de Framatome | 63 |
| Annexes | 69 |

Sommaire

Mon regard

01

02

03

04

05

06

07

08

09

10

Annexes

Abréviations



CNPE du Blayais

Mon regard

LE CONTEXTE DE 2020

Lors de la crise Covid-19, les exploitants nucléaires du monde entier ont su s'adapter et continuer à produire l'électricité nécessaire.

En France, le plan de relance de l'économie engagé à la suite de cette crise prévoit de consacrer une part modeste (470 millions d'euros sur 100 milliards annoncés), mais symbolique, à la filière nucléaire jugée « importante ». La programmation pluriannuelle de l'énergie, débattue depuis plusieurs années et adoptée en avril 2020, fixe le cadre de la poursuite d'activité des réacteurs existants et ne se prononce pas, à ce stade, sur leur remplacement. En décembre 2020 au Creusot, le président de la République a affirmé sa conviction que l'énergie nucléaire doit rester un pilier de la future politique énergétique.

Par ailleurs, une décision conjointe de la ministre de la Transition écologique et de l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) ouvre la voie à des dérogations ciblées permettant le recyclage des déchets métalliques de très faible activité issus des installations nucléaires. Cela permettra d'économiser les matières premières et les capacités de stockage de déchets.

Le Royaume-Uni vise d'ici à 2050 un système complètement décarboné, *Net Zero*. En attendant le *White Paper* sur l'énergie, le gouvernement britannique a publié en novembre 2020 son *Plan pour la révolution verte*. Il confirme que l'énergie nucléaire y jouera un rôle essentiel.

LE GROUPE EDF

Les périodes de confinement Covid-19 ont été très bien gérées par les deux parcs : la sûreté est restée au cœur des priorités (*cf. chapitre 2*). La pandémie a une nouvelle fois démontré l'engagement du personnel et la capacité de l'entreprise à faire face à une crise. Elle a conduit à diverses simplifications de l'organisation du travail et priorisations des activités. Une analyse est engagée pour apprécier les adaptations qui méritent d'être pérennisées. Par ailleurs, il faudra rattraper des activités de maintenance et de formation qui ont été repoussées.

Fier d'avoir su tenir bon, le personnel comprend mal les réductions de ressources envisagées par le plan Mimosa pour compenser le manque à gagner. La négociation de la réforme de l'ARENH¹ est

entrée dans une phase plus intense. Ce dispositif fait bénéficier les autres fournisseurs d'électricité d'une forte proportion de la production nucléaire d'EDF à un prix très bas. Entre autres incohérences, l'ARENH contraint fortement les investissements qu'EDF peut consacrer aux installations existantes et à la préparation du futur.

La réforme de l'ARENH interagit avec le projet Hercule d'importante réorganisation du Groupe qui suscite toujours beaucoup d'appréhension. Du strict point de vue de la sûreté, il me paraît plus que jamais essentiel que l'organisation future, quelle qu'elle soit, préserve la cohérence et les synergies entre les activités nucléaires : les parcs français et britannique, les ingénieries, la R&D, etc. J'ajoute qu'il importe de ne pas perdre de vue les interactions fortes entre l'hydraulique et le nucléaire d'EDF : sources froides, renvois de tension, compétences (météorologie, hydrologie, géosciences), etc.

À la suite du rapport de Jean-Martin Folz sur les difficultés rencontrées par la filière nucléaire, EDF a lancé en décembre 2019 le plan excell qui vise le plus haut niveau de rigueur, de qualité et d'excellence. Doté de 100 M€, il est supervisé par un délégué général rapportant directement au Président. Dix projets de transformation ont été engagés avec un grand nombre de consultations et de visites internes et externes au Groupe. En octobre 2020, une série de 25 engagements ont été pris, à solder avant mi-2021. La plupart seront bénéfiques à la sûreté, notamment ceux qui ont trait au pilotage des projets, aux compétences, au partenariat avec les prestataires et à la qualité des réalisations.

LES SITES FRANÇAIS

Après Tricastin en 2019, une deuxième VD4 (4^e visite décennale) d'un réacteur de 900 MWe a été effectuée à Bugey en 2020 (*cf. chapitre 8*). Leur réussite a reposé sur l'anticipation, le décloisonnement des services du site, la forte implication de la DIPDE (Division de l'ingénierie du parc, de la déconstruction et de l'environnement) et un pilotage efficace par le programme Grand carénage et par la maîtrise d'ouvrage de la DPN. Ces premières VD4 900 marquent un seuil significatif dans l'amélioration de la sûreté de ces réacteurs et aussi une forte augmentation de la charge (d'ingénierie et industrielle) que j'observe depuis quelques années (*cf. point d'attention*).

¹ Accès régulier à l'électricité nucléaire historique, institué par la loi en 2010.



Examen d'un élément de combustible à Flamanville 3

Flamanville 3 a connu des avancées en 2020 avec la fin des essais à chaud et l'arrivée du combustible nucléaire. Je constate les effets bénéfiques du rapprochement des équipes projet et CNPE. Je relève des progrès dans les dossiers techniques, dont les réparations du circuit secondaire principal. Il reste toutefois de nombreux sujets importants à traiter : corrosion des tiges de manœuvre des pilotes des soupapes du pressuriseur, performances des échangeurs RRI/SEC, facteurs d'usage de certains matériels, qualification des matériels aux conditions accidentelles, etc. Enfin, j'appelle l'exploitant à compléter sa préparation, en particulier en termes de ressources (conduite, maintenance, pièces de rechange, documentation d'exploitation, etc.) et à combler le retard de maintenance accumulé pendant les montages et les essais. Il faut aussi déterminer le bon niveau d'intégration de ce réacteur dans le parc.

LA DÉCONSTRUCTION ET LES DÉCHETS

L'exploitation des deux réacteurs à eau pressurisée de Fessenheim, arrêtés en février et en juin 2020, est restée satisfaisante jusqu'au bout. Le devenir du personnel est connu pour la très grande majorité. Le démantèlement, dont le dossier de demande d'autorisation a été déposé fin 2020, devrait s'étaler de 2025 à 2041. Ce calendrier est ambitieux, mais réaliste si on se réfère au retour d'expérience international sur ce type de réacteur. En attendant, Fessenheim a entamé la phase de pré-démantèlement, conduite en coopération par la DPN et la DP2D (Direction des projets déconstruction et déchets), qui vise à atteindre un état des installations permettant la

déconstruction. Cette phase conditionne la facilité des opérations ultérieures, au regard de la radioprotection notamment.

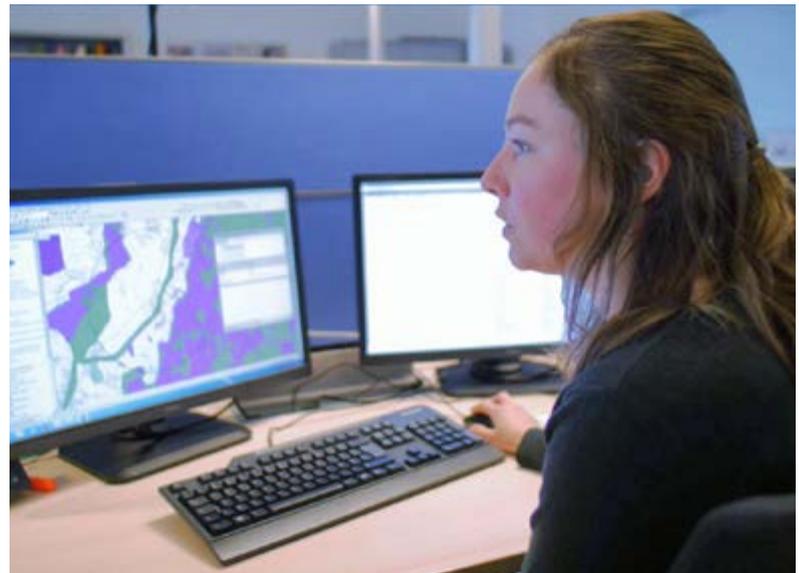
Le projet de piscine centralisée progresse convenablement. Cette piscine est importante pour l'entreposage de longue durée des combustibles MOX usés.

Je note le début de réalisation d'un démonstrateur de déconstruction des réacteurs UNGG². C'est un choix judicieux car ce type de réacteur est beaucoup plus délicat à déconstruire que les réacteurs à eau pressurisée.

LES INGÉNIERIES

Je renouvelle mon alerte de 2019 sur la très forte charge de l'ingénierie, tant pour le nouveau nucléaire que pour les modifications des réacteurs existants lors des visites décennales notamment (cf. aussi le point d'attention). Cela conduit à une sous-traitance importante. Il faut en maîtriser le périmètre pour ne pas courir de risques en matière de qualité, de motivation du personnel et, plus largement, de capacité d'EDF à être architecte ensemblier (cf. chapitre 9).

La *Design Authority*³ du parc en exploitation français, placée au sein de la DIPDE, a atteint son régime de croisière et joue un rôle important dans la connaissance, le maintien de la conformité et l'évolution du design des réacteurs.



Ingénieur à la DIPDE

² Uranium naturel graphite gaz.

³ Entité qui selon l'INSAG 19 «is responsible for ensuring that the knowledge base is established, has been preserved and is expanded with experience.»

FRAMATOME

De façon à éviter les non-qualités rencontrées ces dernières années (soudures à Flamanville 3, traitement thermique de détensionnement des soudures de générateurs de vapeur), Framatome a engagé début 2020, le plan *Excell in Quality*, déclinaison du plan excell du Groupe. Il s'accompagne de programmes de standardisation industrielle et de stabilisation des outils de fabrication des gros composants.

Par ailleurs, des échanges plus importants de personnels entre EDF et Framatome me paraissent nécessaires pour améliorer la connaissance et la confiance réciproques.

LA PRÉPARATION DE L'AVENIR

J'ai visité en 2020 plusieurs centres de la R&D d'EDF et apprécié la qualité des installations, les compétences et l'engagement des acteurs. On m'a présenté des expérimentations impressionnantes. C'est sans nul doute un des atouts du Groupe pour préparer l'avenir : durée de vie du parc, futurs réacteurs. Dans un contexte de contraintes financières accrues, il faut veiller à préserver les activités de R&D.

Les études de l'EPR 2 se poursuivent, notamment sur le rapport préliminaire de sûreté et le dossier d'offre complet dont la finalisation est prévue en 2021 (*cf. chapitre 9*).

Le projet de SMR⁴ NUWARD™ qui associe EDF à TechnicAtome, au CEA et à Naval Group a terminé sa phase de faisabilité et un avant-projet sommaire a été lancé. NUWARD™ recherche l'innovation, la modularité, l'effet de série et un design plus simple. En complément de l'EPR 2, c'est un atout pour préparer l'avenir.

LE PARC BRITANNIQUE

Les deux réacteurs de Hunterston B, arrêtés pendant une longue période, ont repris leur production en 2020. Beaucoup d'efforts ont été déployés pour apprécier les risques posés par la fissuration du graphite qui sert de modérateur. EDF Energy a décidé d'arrêter définitivement les réacteurs de Hunterston B et de Hinkley Point B au plus tard en janvier et juillet 2022 respectivement. D'ici là, ils seront soumis à des autorisations de l'autorité de sûreté (ONR, Office for Nuclear Regulation) sur la base d'inspections du graphite.

La visibilité procurée par cette décision est un facteur important pour la sûreté, d'autant que la proximité des dates d'arrêt dispensera de rechercher de nouvelles marges dans les dossiers de sûreté de ces réacteurs. Leur arrêt marquera le début d'une transition majeure pour le parc britannique (*cf. point d'attention*).

⁴ Small Modular Reactor.

Les deux réacteurs de Dungeness B, à l'arrêt pendant plus de 2 ans en raison d'importants travaux de remise en état, devraient repartir début 2021. Un redémarrage après une aussi longue période est délicat en raison de la perte de pratique des équipes ; elles doivent donc s'y préparer.



Chantier de Hinkley Point C

Le réacteur à eau pressurisée (REP) de Sizewell B a 25 ans. Dans le contexte de transition que va connaître le parc britannique, il faudra veiller aux ressources nécessaires à son maintien en bon état et renforcer la coopération avec d'autres flottes de REP.

LES EPR AU ROYAUME-UNI

Lors de la première période de confinement, Hinkley Point C (HPC) a été un des rares chantiers du Royaume-Uni à poursuivre son activité, quoique de manière réduite. La construction a continué avec notamment le coulage du radier du réacteur numéro 2. Le prochain enjeu sera, à partir de fin 2021, le début du montage des matériels électromécaniques. Celui-ci est conditionné par la fourniture dans les temps de ces matériels, par la cohérence des études et des contrats et par une adaptation du chantier qui changera de nature. Le projet se prépare à cette mutation, notamment par la création d'une ingénierie de site qui associera le projet et les centres d'ingénieries français (*Joint Design Office*) (*cf. chapitre 9*).

Les dossiers de demande d'autorisation de construction de deux EPR à Sizewell C ont été déposés en 2020. Les modalités de financement, en cours d'examen, pourraient comprendre une participation publique.

LES RESSOURCES HUMAINES

J'observe que certains métiers du nucléaire sont moins attractifs que par le passé. Ils pâtissent de la complexité des processus et des organisations : la perte de sens et un sentiment de faible efficacité sont en effet souvent des repoussoirs. Les personnes rencontrées sont aussi dans l'attente d'une communication plus positive sur le nucléaire ; j'en ai perçu une amorce ces derniers mois.

EDF SA a lancé en 2020 l'expérimentation TAMA (Travailler autrement, manager autrement). Ses prémisses me paraissent bonnes, mais il ne faudrait pas la réduire à une simple généralisation du télétravail. Celui-ci n'est pas adapté à tous les métiers et ses conséquences sur la cohésion des équipes et sur la « fertilisation croisée » obtenues par de fréquentes interactions nécessitent un recul dont on ne dispose pas encore (cf. chapitre 2).

Plus généralement, je crois beaucoup à la responsabilisation telle que souhaitée dans le projet stratégique de la DPN, Start 2025 (cf. chapitre 3). Je note que les méthodes comme Evolean ou des approches similaires sont perçues positivement dans les équipes qui ont, en préalable, travaillé la confiance, la responsabilisation et l'autonomie.

LES PRINCIPAUX RÉSULTATS 2020

Les résultats des deux parcs (cf. chapitres 1 et 4) sont globalement en amélioration même si l'année atypique (Covid-19) réduit la portée des comparaisons. Quoiqu'il en soit, la période de confinement n'a pas entraîné de baisse de vigilance pour la sûreté.

En France, après une année 2019 en retrait, 2020 est marquée par une amélioration des indicateurs de sûreté. Le nombre d'arrêts automatiques de réacteurs n'a jamais été aussi bas (14). Même corrigé du temps de fonctionnement, ce résultat est le meilleur jamais obtenu. Je note une diminution du nombre de non-conformités aux spécifications techniques d'exploitation (NC STE) qui reste toutefois élevé. La performance incendie s'est légèrement dégradée en 2020, tout en demeurant dans la tendance positive des dernières années (cf. chapitre 6).

J'apprécie les évolutions engagées par la DPN pour mieux prendre en compte les standards internationaux et intégrer les bonnes pratiques, ce qui a été constaté par WANO lors de la revue de suivi Corporate d'EDF SA.

Les résultats de sécurité au travail sont aussi en progrès avec, pour la DPN un LTIR⁵ global (EDF et prestataires) de 2,2 (2,4 en 2019). Les

indicateurs de dosimétrie s'améliorent avec, en particulier, une forte diminution du nombre d'intervenants ayant reçu une dose dépassant 10 milliSievert. Cependant, je note, d'une part, un nombre important de contaminations cutanées et, d'autre part, la persistance d'événements liés aux tirs radiographiques et aux règles d'accès en zone rouge. Il me semble que la culture de radioprotection s'émousse.



Rotors turbine, CNPE de Gravelines

Au Royaume-Uni, les résultats de sécurité au travail et de radioprotection sont bons, comme à l'accoutumée et, en matière de sûreté, le redressement amorcé en 2019 se confirme. Parmi les bonnes choses, je relève une nette diminution des arrêts automatiques et manuels de réacteurs et des erreurs de configuration de circuits. Le point le plus faible reste, comme en France, les NC STE.

Dans les deux parcs, j'ai constaté ces dernières années des difficultés à détecter assez tôt la régression de certains sites (cf. chapitre 3). Un effort de leurs directions me paraît nécessaire pour identifier les signaux annonciateurs d'une telle situation et pour constituer une panoplie d'aides à ces sites.

UN CONTRÔLE INDÉPENDANT QUI SE RENFORCE

En France, je note le bon niveau technique des ingénieurs sûreté (IS) dans les CNPE. Souvent jeunes embauchés il y a quelques

⁵ Le LTIR (Lost time injury rate) ou « taux d'accidents avec arrêt par million d'heures travaillées » a remplacé en 2019 le taux de fréquence Tf à EDF SA.

années, leur recrutement est maintenant plus diversifié. La « confrontation quotidienne » avec les chefs d'exploitation est solide. Les IS consacrent cependant trop de temps à l'aspect déclaratif des événements au détriment des analyses de fond et du challenge des prises de décision opérationnelles.

Les recommandations formulées par l'Inspection nucléaire de la DPN (IN) révèlent des investigations approfondies mais leur prise en compte par les sites est insuffisante. Depuis 2020, l'IN est employée également comme organe de contrôle indépendant de l'état-major de la DPN, ce qui me paraît judicieux.

Le travail engagé par la DIPNN sur sa filière de contrôle indépendant a abouti début 2020 à la définition de principes inspirés de ceux de l'exploitation et adaptés à l'ingénierie. Ils sont pertinents mais leur mise en œuvre, prévue au premier semestre 2020, a été décalée en raison de la crise sanitaire.

Le dispositif de contrôle interne des modifications notables, en place depuis juillet 2019, fonctionne de manière très satisfaisante. Ce dispositif qui responsabilise l'exploitant est vertueux. La charge de travail induite est importante, principalement à la DIPDE (Division de l'ingénierie du parc de la déconstruction et de l'environnement) et à l'UNIE (Unité d'ingénierie d'exploitation), mais reste acceptable.

Au Royaume-Uni, j'apprécie la solidité et le positionnement de l'*Independent Nuclear Assurance* (INA). Celle-ci bénéficie de la confiance de l'autorité de sûreté (*Office for Nuclear Regulation*) qui a été jusqu'à lui demander de réaliser certains contrôles pendant la crise Covid-19. Assurer cette crédibilité suppose de recruter suffisamment de profils expérimentés, ce qui est délicat.

Chez Framatome, la filière indépendante de sûreté est opérationnelle dans l'usine de fabrication de combustible de Romans-sur-Isère, elle progresse à la Direction technique et ingénierie. Son déploiement dans les autres entités de Framatome doit être accéléré.

LES RELATIONS AVEC LES AUTORITÉS DE SÛRETÉ

En France, les relations avec l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) sont équilibrées dans la gestion du court terme, mais préoccupantes sur le moyen/long terme. Nonobstant la qualité technique de certaines instructions, la tendance à l'inflation des demandes sature les ressources d'EDF, nuit à la hiérarchisation et accroît la complexité générale.

Au Royaume-Uni, la confiance semble revenue à bon niveau entre l'ONR et EDF Energy Nuclear Generation, là où elle s'était émoussée. Les relations sont restées bonnes entre l'ONR et Hinkley Point C.



Centrale de Hinkley Point B

LES POINTS D'ATTENTION

RESPONSABILISER ET SIMPLIFIER

La culture de sûreté est très présente dans les deux parcs et les ingénieries, au quotidien et à tous les niveaux. Elle nourrit les choix et se révèle particulièrement forte lors des crises comme le montre le comportement du personnel lors de la pandémie Covid-19.

Rançon du haut niveau d'exigences des activités nucléaires, chaque situation, chaque difficulté, chaque constat d'écart se traduit par de nouveaux plans d'actions, processus, organisations, etc. On postule implicitement que, si la règle est bonne et appliquée, la sûreté sera assurée. L'augmentation des interventions de l'autorité de sûreté procède de la même logique. Satisfaire ses demandes a été perçu peu à peu comme garantissant la sûreté. À l'extrême, on pourrait aboutir à une conception mécaniste qui se limiterait à la conformité aux règles internes ou externes. Conception d'autant plus dangereuse qu'elle est confortable !

Tout cela complexifie, fait oublier le sens et finit par déresponsabiliser. Or, la culture de sûreté doit, parmi un petit nombre de principes, s'appuyer sur la responsabilité individuelle (*cf. chapitre 3*).

Il est impératif de revenir à la responsabilité première de l'exploitant. Celle-ci exige que chacun, à son niveau, se sente comptable (*accountable*) de ses actions qui doivent toujours être sous-tendues par la conscience et la maîtrise des risques spécifiques au nucléaire.

Ce sens de la responsabilité est indissociable d'une culture de la performance. Même si elle ne suffit pas, la volonté hiérarchique est indispensable : elle doit créer les conditions pour que chacun se sente responsable et puisse donner des priorités et simplifier ce qui est de son ressort.

COMPÉTENCES : IMPLIQUER DAVANTAGE LES MANAGEURS ET DYNAMISER LES PARCOURS PROFESSIONNELS

La sûreté nucléaire repose avant tout sur la compétence des équipes (*cf. chapitre 5*).

En France, l'attractivité du groupe EDF lui a permis de faire face à un très fort renouvellement de génération dans les métiers du nucléaire. Elle souffre aujourd'hui de la baisse d'attrait des métiers techniques et d'une certaine désaffection de la filière nucléaire. De ce point de vue, le lancement d'un programme de nouveaux réacteurs serait une décision déterminante.

Conjoncturellement, les besoins de recrutement sont limités mais il est important de conserver un volume significatif d'embauches car la gestion des ressources humaines s'inscrit dans le temps long et supporte mal les à-coups.

Il est aussi nécessaire de construire des parcours professionnels attractifs, développant les compétences et la motivation des acteurs. Or j'observe que les gestions prévisionnelles des emplois et des compétences, les fameuses GPEC, se réduisent parfois à une gestion des effectifs, oubliant compétences et anticipation.

La situation actuelle - faible flux d'entrée, personnel plutôt jeune qui a besoin d'acquérir de l'expérience - incite légitimement à privilégier les besoins de court terme et à allonger la durée des postes. Il ne faut cependant pas perdre de vue la nécessité de disposer à plus long terme de profils avec une vaste expérience que seule une diversité d'emplois permet d'acquérir. En complément d'un allongement de la durée des postes, je recommande une attitude plus volontariste en matière de mobilité notamment entre les deux parcs nucléaires, entre les parcs, les ingénieries et la R&D, enfin entre EDF et Framatome.

Le Groupe dispose d'un solide outil de formation. Mais toute formation doit être complétée par de la pratique sur le terrain. De ce point de vue, le Groupe possède des atouts puisqu'EDF SA emploie beaucoup de jeunes en alternance et qu'EDF Energy recrute une bonne partie de son personnel *via* l'apprentissage. En France, la période actuelle de faibles flux est propice à redynamiser le compagnonnage, plus difficile en période de recrutements massifs, faute de tuteurs.

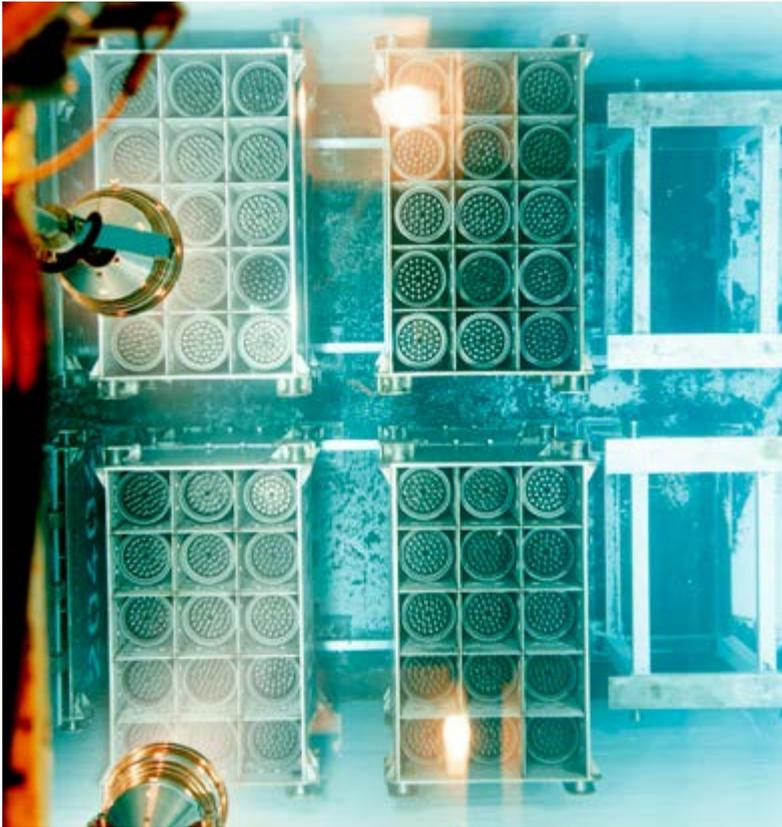
Outre le compagnonnage, la compétence ne s'acquiert pas sans une solide pratique. Je pense qu'en France, une légère évolution de l'équilibre entre faire et faire-faire est souhaitable pour conférer expérience et maîtrise aux nombreux jeunes des équipes de maintenance des CNPE et de l'ingénierie.

Globalement, il faut que les managers s'impliquent davantage dans l'appréciation et la construction des compétences de leurs équipes.

DES AGR AUX REP : UNE TRANSITION À PILOTER AVEC SOIN

EDF Energy a décidé d'arrêter l'exploitation de Hunterston B au plus tard début 2022 et de Hinkley Point B au plus tard mi-2022 soit après plus de 45 ans d'exploitation. Les dates d'arrêt des autres AGR, jusque vers 2030, devraient être progressivement définies. Ceci marque le début d'une transition majeure et délicate.

Avant tout, à l'instar de Fessenheim, la sûreté doit rester la priorité jusqu'au dernier jour de l'exploitation de chacun des réacteurs. Il faudra notamment peser les adaptations de maintenance, continuer à motiver le personnel et conserver des ressources adéquates. Le regard indépendant et la vigilance de l'INA, *Independent Nuclear Assurance*, seront fondamentaux dans cette période de transition ; elle devra continuer d'avoir les moyens nécessaires.



Piscine de refroidissement d'un AGR

Il faudra ensuite être très vigilant pendant le déchargement et l'évacuation du combustible usé. Le *defuelling* d'un AGR sollicite en effet plus fortement les hommes et les installations de manutention du combustible que celui d'un réacteur à eau pressurisée.

En dépit de l'entrée en service des deux réacteurs de Hinkley Point C, les effectifs vont fortement diminuer dans les sites concernés et les fonctions centrales. La majorité des emplois restants vont passer de la technologie AGR à celle des REP. Les effectifs et les compétences d'EDF Energy connaîtront donc des évolutions considérables, à piloter dans les dix prochaines années.

LES VISITES DÉCENNALES : MAÎTRISER UNE CHARGE DÉJÀ EN LIMITE DE CAPACITÉ

Des réexamens périodiques de sûreté sont menés tous les dix ans et conduisent, en France, à modifier les réacteurs lors des visites décennales (VD).

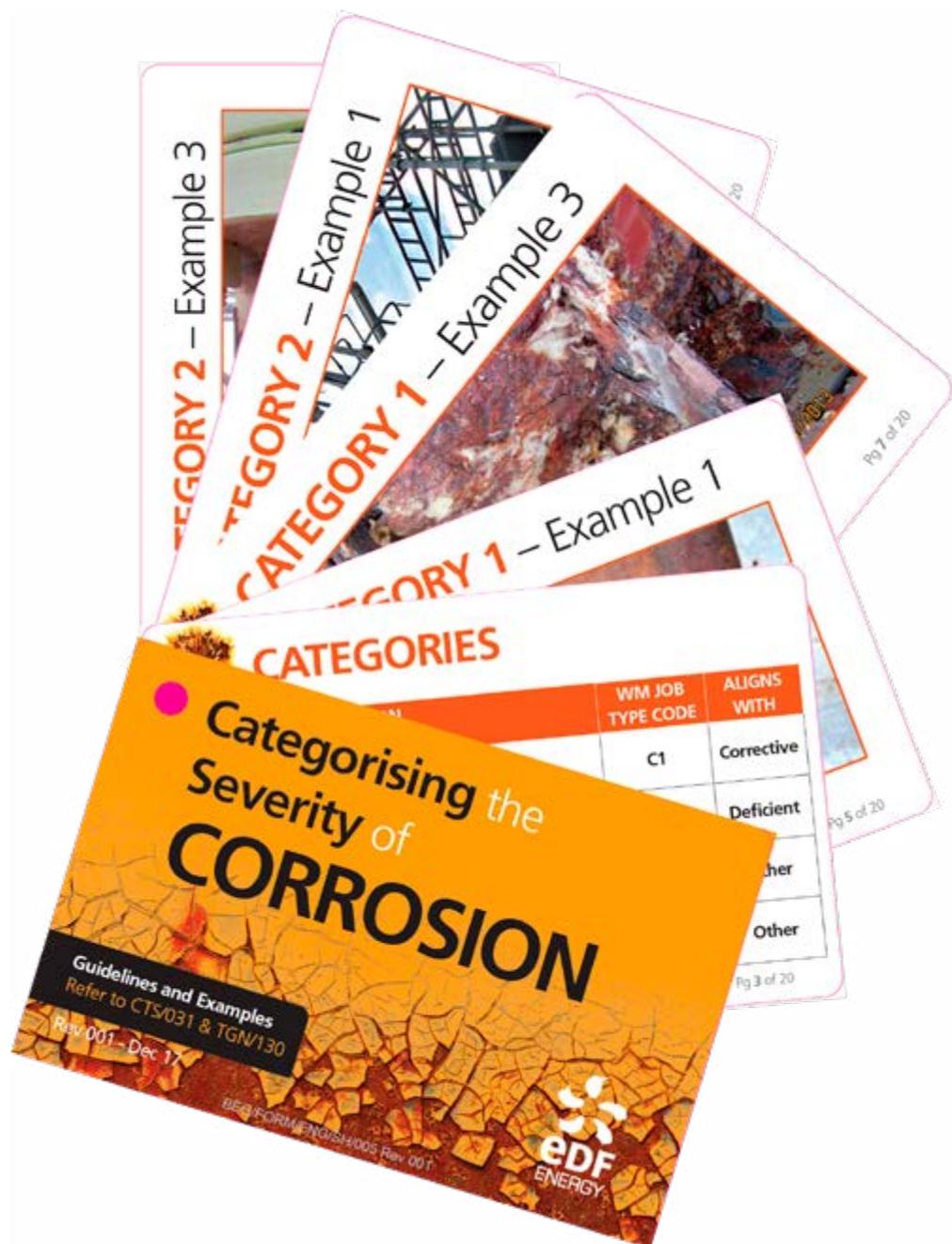
Pour répondre à des objectifs de sûreté particulièrement ambitieux, d'importants travaux sont engagés à l'occasion des VD4 des réacteurs de 900 MWe, en vue de prolonger leur exploitation au-delà du terme initialement envisagé (*cf. chapitre 8*). Ils s'ajoutent à ceux des VD3 des réacteurs de 1300 MWe et des VD2 des réacteurs N4 en cours. L'ensemble augmente considérablement la charge d'ingénierie et de réalisation.

Pour lisser la charge (études et réalisation industrielle), les modifications ont été regroupées en lots. Ainsi les VD4 900, initialement découpées en deux lots, comprendront un complément significatif à la suite du Groupe permanent de novembre 2020. La contrepartie de cet allotissement est une configuration durablement hétérogène des réacteurs d'un même CNPE, qui demandera une vigilance particulière en exploitation.

Le grand nombre de modifications complémentaires prescrites en fin de réexamen conduit à un flux d'études important et inattendu. Les ingénieries ne peuvent y faire face qu'en augmentant la sous-traitance et en reportant les études relatives aux futures VD4 1300, semant les germes de difficultés sur ces VD.

Le retour d'expérience des premières VD4 permettra une meilleure industrialisation dans les réacteurs suivants. Toutefois, leur réalisation sera délicate en raison du nombre de VD simultanées (4 en 2021, 5 en 2022 et en 2023) qui vont fortement solliciter les industriels et les ingénieries.

Les modifications réalisées lors de ces VD renforcent considérablement la sûreté du design. Si chacune prise isolément a du sens, la pondération ne me semble pas suffisante entre leur bénéfique et la complexification de l'exploitation due à leur cumul. Il me paraît indispensable, en lien avec l'ASN et l'IRSN, de maîtriser le flux de modifications en prenant en compte les charges d'étude et de réalisation ainsi que le facteur humain et la capacité d'appropriation par l'exploitant.



Dans une année perturbée par la crise Covid-19, les résultats de sûreté des deux parcs se sont améliorés.

En France, le nombre d'arrêts automatiques de réacteurs est la meilleure performance historique. Au Royaume-Uni, le nombre de travaux en attente de réalisation continue de baisser.

Dans les deux parcs, le nombre de non-conformités aux spécifications techniques d'exploitation reste élevé.

Fiches de corrosion à EDF Energy

La sûreté en exploitation

01

Les indicateurs révèlent une situation globalement en progrès dans les deux parcs, sachant qu'on ne peut résumer la sûreté aux seuls indicateurs.

EN FRANCE DES RÉSULTATS SATISFAISANTS

En 2020, un événement significatif pour la sûreté (ESS) a été classé au niveau 2 de l'échelle INES. Il concerne un problème générique sur les diesels. Le nombre d'événements de niveau 1 est stable (1,4 par réacteur). Le nombre total d'ESS de niveaux 0, 1 et 2 (717) continue de traduire un bon niveau de détection et de transparence.

Je salue les bons résultats obtenus par Fessenheim, dans le contexte de l'arrêt définitif de ses deux réacteurs.

DES MOTIFS DE SATISFACTION

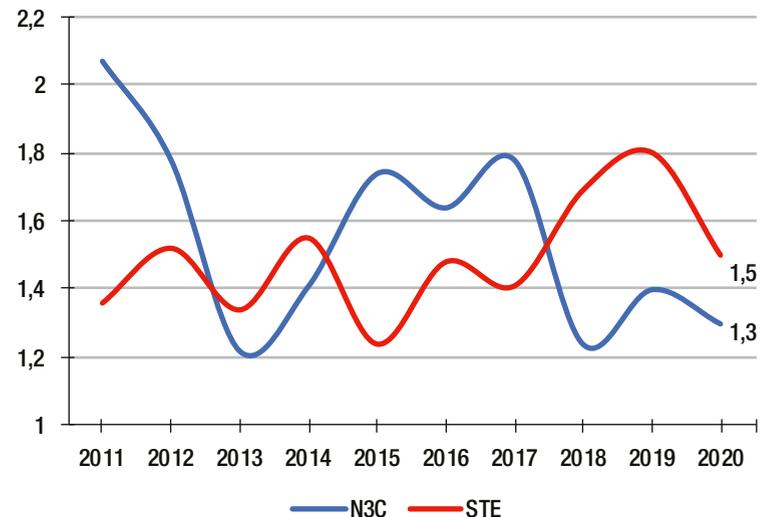
Les efforts de la DPN pour réduire le nombre d'arrêts automatiques de réacteurs (AAR) portent leurs fruits : 14 AAR en 2020. Ramené à 7 000 heures de fonctionnement des réacteurs, le nombre d'AAR est de 0,29, meilleure performance historique. Deux arrêts manuels de réacteurs sont à ajouter en 2020.

En 2020, comme les années précédentes, les indicateurs de disponibilité des systèmes de sauvegarde restent excellents.

DES POINTS DE VIGILANCE

Le nombre de NC STE (non-conformités aux spécifications techniques d'exploitation) diminue mais reste élevé : 1,5 par réacteur en 2020 (1,8 en 2019, 1,7 en 2018). De grandes disparités sont observées entre les sites puisque 6 d'entre eux concentrent 53 % du total. Cela confirme la nécessité du renforcement du plan d'actions en mars 2020 : pilotage, formations de la conduite et de la maintenance, rédaction de guides d'exploitation pour gérer des situations sensibles identifiées comme causes de NC STE. C'est d'autant plus nécessaire que les référentiels ne cessent de se complexifier (cf. [chapitre 8](#)).

Le nombre d'écarts de lignage reste élevé et dans la continuité des années précédentes : 1,3 par réacteur (1,4 en 2019, 1,2 en 2018). J'espère que les actions engagées pour réduire le nombre de NC STE contribueront aussi à réduire les écarts de lignage. L'utilisation permanente des PFI (pratiques de fiabilisation des interventions) est indispensable pour progresser sur ces points.



Nombre d'écarts de lignage (N3C) et de non-conformités aux STE à la DPN

Indisponibilité complète d'un système de sauvegarde

La turbopompe ASG voie B étant indisponible pour des travaux de maintenance, la turbopompe voie A a été rendue indisponible pour un resserrage d'écrou sur la vanne d'admission vapeur. La situation provoque une indisponibilité totale de ce système de sauvegarde pendant près de 44 heures, détectée par le chef d'exploitation délégué de quart.

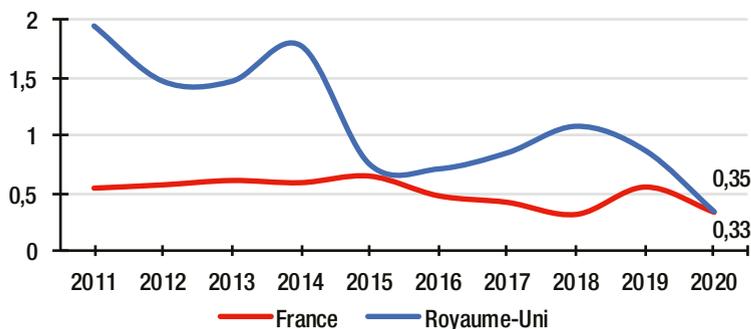
Cet événement révèle des lacunes importantes dans la gestion des consignations :

- autorisation de retrait de la pompe voie A donnée par le chef d'exploitation alors que la pompe voie B n'est pas requalifiée ;
- pose de la consignation sur la voie A sans vérification de la voie B ;
- absence d'information de la salle de commande lors de la consignation de la voie A ;
- détection tardive, tant par les équipes de conduite que par la FIS ;
- non-détection par les équipes de maintenance intervenant en parallèle sur deux matériels de voies différentes.

AU ROYAUME-UNI, DES RÉSULTATS EN AMÉLIORATION

Je note avec satisfaction qu'il n'y a pas eu d'événement INES supérieur ou égal à 2 et qu'il n'y en a eu qu'un en dix ans. Le nombre d'événements de niveau 1 n'a jamais été aussi bas : un seul, soit 0,07 par réacteur en 2020 (4 événements soit 0,27 en 2019). Les exigences de déclaration sont différentes entre les autorités de sûreté française et britannique, aussi les nombres d'événements de niveau 1 ne doivent pas être comparés. Le nombre d'événements de niveau 0 par réacteur reste stable et traduit une bonne transparence.

Dans mon rapport précédent, j'avais noté peu de progrès en matière de NC STE. En 2020, la situation s'est même dégradée.



Nombre d'arrêts automatiques et manuels par réacteur

DES SUJETS DE SATISFACTION

Le nombre d'arrêts de réacteurs, automatiques et manuels (0,35 pour 7 000 heures de criticité), continue à diminuer (0,88 en 2019) et constitue le meilleur résultat historique. Les efforts pour améliorer les standards en salle de commande, la fiabilité des équipements et le partage d'expérience ont été efficaces. Toutefois un AAR récent rappelle que l'erreur humaine est toujours possible et l'utilisation des pratiques de fiabilisation des interventions (PFI) impérative.

De même, le nombre d'écarts de lignage baisse significativement (1,0 par réacteur après deux années à 1,67). Des améliorations ont été apportées à l'outil Autolog⁶ pour afficher la totalité des systèmes indisponibles et fournir des informations complémentaires lors des essais de redémarrage.

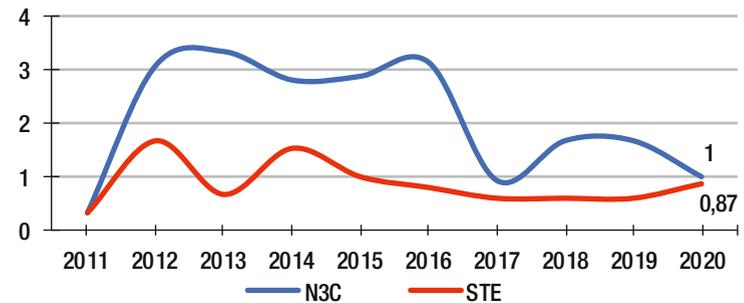
La fiabilité des équipements de sauvegarde est bonne et continue de s'améliorer dans les AGR. Le REP de Sizewell B n'a eu aucune indisponibilité de circuits de sauvegarde pour la treizième année consécutive.

⁶ Outil électronique de consignation utilisé par les équipes de conduite.

⁷ Pressure Safety Systems Regulation.

DES POINTS DE VIGILANCE

Après trois ans avec 0,6 événement par réacteur, le nombre de NC STE augmente à 0,87. Des efforts accrus sont nécessaires pour en comprendre les causes communes éventuelles et renforcer le plan d'actions.



Nombre d'écarts de lignage (N3C) et de non-conformités aux STE à EDF Energy

Les équipements sous pression sont soumis d'une part à la réglementation PSSR⁷ pour assurer la sécurité du personnel, d'autre part aux exigences de la licence pour garantir la sûreté. Les inspections requises sont de même nature, mais leurs échéances sont différentes. EDF Energy a détecté que, dans plusieurs réacteurs, les échéances de la réglementation PSSR n'ont pas été respectées. Ces écarts, sans conséquence sur la sûreté, montrent un manque de connaissances du domaine PSSR qui doit être corrigé.

Anomalie de mesure du flux neutronique

Lors du redémarrage d'un AGR, la protection du réacteur ne se comporte pas comme prévu lorsque la puissance augmente. La montée en puissance est interrompue par le système automatique et le réacteur arrêté manuellement.

Les investigations ont montré qu'un des trois systèmes de mesure de flux n'était pas opérationnel car un dispositif de test avait été laissé en place la semaine précédente à l'issue des essais réglementaires.

Cette situation anormale était visible de la salle de commande (indications de flux, voyants allumés, alarmes du système de protection).

Une équipe de conduite a perçu tardivement l'importance de ces informations. Selon les procédures, elle a questionné l'ingénieur chargé du combustible (*Duty Reactor Performance Engineer*) qui a fourni un mauvais avis. Elle a poursuivi le démarrage avec une installation partiellement indisponible.

Cet événement a été classé INES 1.

LES PERFORMANCES SATISFAISANTES DU COMBUSTIBLE

Les gaines des assemblages de combustible constituent la première barrière entre les produits radioactifs et l'environnement. Elles doivent donc rester étanches. Le taux de défaillance des assemblages se maintient à un bon niveau en France et au Royaume-Uni.

En France, ce taux est de 0,11 %, comme en 2019, ce qui correspond à 7 assemblages non étanches répartis dans 6 réacteurs. Les corps migrants et les débris consécutifs à la rupture de ressorts de grilles par corrosion sous contrainte continuent d'être la cause principale de défaillance des gaines des crayons. Un traitement thermique des ressorts est désormais réalisé et devrait améliorer leur résistance à ce phénomène. En 2020, sont apparus des corps migrants issus de la grille inférieure d'un autre type d'assemblage. Ce phénomène, nouveau en France, est en cours de traitement.

Douze assemblages n'ont pas été rechargés (23 en 2019, 4 en 2018) en raison d'endommagements à l'extrémité supérieure (trous S) découverts lors de leur manutention.

Au-delà des mesures compensatoires en vigueur, les anomalies MOX (cf. mon rapport 2019) continuent de faire l'objet d'un travail soutenu.

Un phénomène de dépôt et de corrosion (CRUDs) avait été découvert en 2019 dans un réacteur (cf. mon rapport 2019). Les assemblages affectés font l'objet de nettoyages et d'exams approfondis. Dans l'attente de pouvoir les réutiliser, une recharge spécifique d'assemblages neufs a été fabriquée avec des enrichissements adaptés. Le dossier de sûreté de cette recharge a été établi.

Au Royaume-Uni, pour la première fois en vingt ans, aucune rupture de gaine n'a été constatée dans la flotte AGR alors que dans le passé, on comptait un nombre significatif de ruptures (5 en 2019 et 2018, 8 en 2017), principalement dues à des dépôts de carbone sur les gaines des crayons. Ce qui a été résolu par diverses modifications de design et d'exploitation (cf. mon rapport 2019).

À Sizewell B, aucun assemblage combustible n'a été observé inétanche depuis plus de onze ans.

L'ÉTAT DES INSTALLATIONS : DES PROGRÈS

En France, l'état des installations reste globalement satisfaisant. Toutefois, la corrosion est trop présente dans certaines zones, en particulier les stations de pompage (cf. [chapitre 3](#)). L'Inspection nucléaire de la DPN note que la propreté et le rangement des locaux sont en retrait et que la maîtrise des fuites d'huile se dégrade.

Le nombre de demandes de travaux (DT) en attente de traitement diminue dans la plupart des sites, grâce aux équipes d'intervention rapide (EIR) qui traitent la majorité des DT urgentes. Il convient de poursuivre et de veiller à ce que les sites en difficulté renforcent leurs EIR (effectifs, compétences, maintien pendant les campagnes d'arrêts pour maintenance, par exemple).



Prévention du risque d'arrêt automatique de réacteur, CNPE de Blayais

Au Royaume-Uni, l'état des installations continue de s'améliorer. En particulier, les efforts sont maintenus dans des sites proches de leur fin d'exploitation. D'une manière générale, la corrosion reste là aussi un problème et je note les efforts visant à s'en prémunir. La stratégie, supervisée par le parc, conduit à des améliorations visibles. Il reste cependant beaucoup à faire et je suivrai les progrès.

Les actions visant à réduire le *backlog* (encours de travaux) ont produit les effets attendus avec une réduction significative du nombre d'écarts. Les techniciens sont fiers de leurs installations et veulent en corriger les défauts. Toutefois, je déplore que les programmes hebdomadaires d'intervention ne soient pas assez robustes et que des tâches soient interrompues sans aucune activité de remplacement. La mise en place progressive d'équipes réactives (*Fix It Now*) devrait permettre de résoudre les problèmes plus rapidement.



Coronavirus : les gestes barrières à adopter

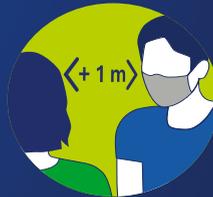
Pour lutter contre la Covid-19, restons courtois et polis, privilégions le « Bonjour » sans contact mais avec le sourire !



Porter
un masque



Ne pas se serrer
les mains et ne pas
se faire la bise



Respecter
une distance
sociale minimale
d'au moins 1 m



Tousser
ou éternuer
dans son coude



Utiliser
un mouchoir à
usage unique



Se laver les mains
régulièrement avec
de l'eau et du savon
ou une solution
hydroalcoolique



Éviter de se toucher
la bouche ou le nez
si on est malade,
sinon se laver les
mains aussitôt



Rester
chez soi quand
on est malade

Lors de la crise Covid-19, en France et au Royaume-Uni, le nucléaire a maintenu la priorité à la sûreté, préservé la santé du personnel, assuré la production électrique et rempli sa mission de service public. Ce succès découle de grandes forces du Groupe : engagement personnel et collectif, culture de sûreté, préparation à la gestion de crise.

La pandémie aura des effets dans la durée auxquels il faut prêter attention : fatigue des équipes, limitation des relations personnelles, bouleversement des calendriers de maintenance, report de formations, gel des coopérations internationales.

Une année marquée par la crise Covid-19

02

Le nombre de cas de Covid-19 est resté limité, déterminé par l'environnement local et familial. On déplore deux décès : un salarié de Hinkley Point B, et un autre chez un sous-traitant de Framatome.

Le pilotage de la crise, les mesures sanitaires, l'attention aux équipes et aux prestataires ont été unanimement appréciés. Partout, management et services médicaux ont travaillé de concert, avec efficacité. Je salue la remarquable mobilisation, le sens du service et le professionnalisme du personnel : les parcs ont fait face.

CONFINEMENT : DES PRIORITÉS CLAIRES ET DES ORGANISATIONS EFFICACES

Dans les deux parcs, une organisation adaptée a tout de suite été mise en place, s'appuyant sur les structures de crise et des plans préexistants de gestion d'une pandémie. L'entraînement à la gestion de crise s'est montré facteur de résilience.

En France, l'organisation des CNPE a été modifiée afin de protéger la santé de tous et de maintenir opérationnelles les équipes de quart, les équipes d'astreinte et le personnel indispensable :

- passage de 7 à 5 équipes de quart, avec des agents chez eux en réserve dans chaque équipe ;
- équipes d'astreinte A/B (15 jours en astreinte, 15 jours isolé chez soi) ;
- sanctuarisation de la salle de commande, relève à distance, nettoyage régulier ;
- télétravail pour tous ceux dont la présence sur site n'était pas strictement indispensable.

Au Royaume-Uni, des mesures similaires ont été adoptées dans les centrales britanniques, début février, avant même l'identification du premier cas de Covid-19.

Dans les deux pays, le télétravail a été de rigueur dans les services centraux, l'ingénierie et la R&D.

Là où les fabrications pouvaient se poursuivre, des dispositions particulières de surveillance, délégation ou inspection à distance par caméras, parfois innovantes, ont été adoptées.

Pendant toute cette période, l'action s'est centrée sur l'essentiel et *de facto* simplifiée, favorisant la sérénité et la qualité. Le court terme

a logiquement été privilégié. Ainsi la formation a été interrompue ; je regrette qu'elle n'ait que tardivement retrouvé l'attention qu'elle mérite. Plus généralement, une vision claire de ce que l'on avait reporté n'a émergé que progressivement.

Du fait de sa présence en Chine, Framatome a activé son organisation de crise dès fin janvier. En France, Framatome s'est coordonné avec EDF dont le soutien a été important (déclinaison des directives gouvernementales, approvisionnement en masques, etc.). La généralisation du télétravail a été bien acceptée et a favorisé l'adoption de nouvelles méthodes (inspection de fournisseurs à distance notamment). Dans les usines, les gestes barrières ont permis de maintenir la production.

LE BOULEVERSEMENT DES ARRÊTS DE TRANCHE

À l'annonce du confinement, tous les prestataires de la DPN sont rentrés chez eux à titre conservatoire. Puis leurs conditions de retour ont été examinées : quels sites, quelles opérations, quelles mesures sanitaires, quels transports, hébergement, cantine, etc. ? Avec deux objectifs : protéger la santé des intervenants et préserver la capacité de production pour l'hiver suivant. Les efforts se sont concentrés sur cinq arrêts prioritaires ; l'activité s'est ensuite progressivement étendue.

Très rapidement, les deux parcs ont publié leur propre charte de mesures sanitaires : consultation médicale en cas de symptômes, distanciation (avec marquage au sol), lavage des mains, aération des locaux, densité réduite dans les transports internes, règles spécifiques dans les cantines, désinfection régulière des surfaces, etc. Bien accueillies et comprises, ces chartes sont devenues le socle du travail sur site. Au Royaume-Uni, des caméras thermiques pour détecter la fièvre ont été installées à l'entrée des sites.

Un grand soin a été apporté aux relations avec les sous-traitants et les fournisseurs, avec lesquels les contacts ont été très étroits et les audioconférences nombreuses, dans une optique de coopération et de soutien. Je peux témoigner de la qualité de ce travail.

Les difficultés ont porté sur les zones de concentration du personnel : entrée des sites, vestiaires, entrées – sorties de zone contrôlée (où se cumulent les règles de radioprotection et les règles sanitaires). La question des masques a été délicate en France, jusqu'à la

généralisation de leur usage en cohérence avec la communication du gouvernement, généralisation qui a beaucoup fluidifié les relations avec les prestataires.

Par ailleurs, la DPN et EDF Energy ont donné plus de temps aux arrêts de tranche, sans chercher à rattraper le retard et en privilégiant la sérénité des opérations. Le déroulement des arrêts en a bénéficié.

En France et au Royaume-Uni, replanifier les arrêts pour maintenance est un travail considérable : l'ensemble du programme industriel est bouleversé sur plusieurs années. Je note que les demandes de report d'échéances réglementaires demeurent l'exception. Des instances dédiées examinent les décalages ou annulations de travaux de maintenance. Il me semble essentiel que les FIS, filières indépendantes de sûreté, y participent activement.

L'approvisionnement en combustible a été assuré grâce à un remarquable travail de programmation, d'anticipation des livraisons sur site, de constitution et de gestion des stocks (matières premières, produits semi-finis, combustible). La DCN (Division combustible nucléaire) et EDF Energy se sont tenues au contact rapproché des fournisseurs et de leurs sous-traitants. Une excellente coordination avec les pouvoirs publics a permis d'organiser les transports.

UN TÉLÉTRAVAIL MASSIF

Le télétravail s'est très vite généralisé. Je salue la performance des services informatiques qui ont accompagné dans un délai très bref la forte croissance du nombre de connexions, approvisionné des ordinateurs portables, assuré l'accès à distance aux calculateurs.

Parmi les aspects positifs : des échanges plus formalisés et concis, un plus grand calme dans certaines tâches. J'ai noté le souci des managers de rester proches de leurs collaborateurs. Ces contacts étroits et la multiplication des réunions d'équipe ont été appréciés du personnel.

Parmi les points de vigilance : la perte des canaux informels de communication ; l'affaiblissement de la présence sur le terrain, du lien social, de la cohésion ; l'amplification des difficultés des équipes fragiles. L'équilibre psychologique des gens isolés a fait l'objet d'une attention particulière. Si les réunions de routine entre ceux qui se connaissent fonctionnent bien, le télétravail favorise peu les relations personnelles, le développement des compétences par « fertilisation croisée », la réflexion et le dynamisme collectifs, la créativité. Il n'a de plus pas été vécu de la même façon par tous, selon les conditions

de logement, de garde des enfants, etc. S'il a vocation à figurer dans l'arsenal d'après-crise, il faudrait se garder d'en faire une panacée ou le mode de travail principal.

LE MAINTIEN DE LA PRIORITÉ À LA SÛRETÉ

UN SOLIDE LEADERSHIP SÛRETÉ

Les directions de la DPN et d'EDF Energy ont conservé la priorité à la sûreté. Le pilotage opérationnel de la crise ayant été délégué à un responsable de cellule de crise, les directeurs ont pu se consacrer au moyen/long terme.



Intervention pendant la crise Covid-19

La DPN a pris conscience que l'on risquait de passer de l'exigence de « produire en toute sûreté » à « produire malgré la Covid-19 ». Il en est ressorti une réaffirmation de la priorité à la sûreté qui s'est traduite par une communication très claire, la réunion régulière de CSNE⁸ exceptionnels, des échanges collectifs et libres avec les directeurs de CNPE, une demande de challenge par la FIS. Identifier, partager, traiter des interrogations, tel le risque de l'illusion de la sûreté par éloignement du terrain, témoignent d'une bonne culture de sûreté.

⁸ Comité de sûreté nucléaire en exploitation de la DPN.

Au Royaume-Uni, EDF Energy Nuclear Generation et le projet Hinkley Point C ont pris des dispositions similaires. Chaque jour, les CNO⁹ ont piloté des réunions sur la stratégie avec les directeurs de sites. Des groupes de travail dédiés rassemblaient les sites et l'état-major sur les aspects opérationnels.

In fine, on n'a pas détecté de signaux significatifs de dégradation de la sûreté, ni d'incidents spécifiquement liés à la situation.

DES FILIÈRES INDÉPENDANTES DE SÛRETÉ MOBILISÉES

Dans les CNPE, les ingénieurs sûreté ont poursuivi leur mission et mené la « confrontation quotidienne » avec les chefs d'exploitation (à distance). La relation entre FIS et directeur d'unité, essentielle, a pu se distendre dans certains CNPE. J'apprécie qu'une attention spécifique ait été portée aux risques d'irrégularités, notamment sur les actions de contrôle effectivement réalisées.

L'Inspection nucléaire de la DPN (IN) a reporté ses évaluations des sites. Elle s'est investie dans un rôle émergent de FIS de l'état-major de la DPN, mouvement à mes yeux très positif. L'IN a participé à certaines réunions opérationnelles, fait un rapport hebdomadaire sur la sûreté et régulièrement enquêté sur l'état des FIS des CNPE. Des points importants ont été soulevés, comme la nécessité de reprendre rapidement les formations.

Au Royaume-Uni, l'INA (*Independent Nuclear Assurance*) est restée sur site, intensifiant ses évaluations de terrain et assistant à de nombreuses audioconférences opérationnelles. Elle n'a pas constaté de dérive significative des comportements en matière de sûreté. Elle a continué à jouer son rôle de contrôle indépendant de l'état-major, par exemple dans les comités Covid-19 où elle a ainsi donné son avis sur la modification des quarts et sur les reports de maintenance.

DES RELATIONS DE CONFIANCE AVEC LES AUTORITÉS DE SÛRETÉ

La DPNT a entretenu un dialogue soutenu avec l'ASN à tous les niveaux, l'informant chaque semaine de la situation. Les inspections sur site ont été interrompues pendant le confinement. Des inspections ont été réalisées à distance, sur les aspects documentaires. On m'a signalé dans certains cas une inflation des questions, préjudiciable à la sérénité.

Les relations avec l'ONR ont été étroites. L'ONR a reporté ses inspections sur site et assisté comme observateur à des réunions internes. Elle a confié certains contrôles à l'INA, pour son compte.

LA CRISE DANS LA DURÉE

Une grande part de l'activité ayant été maintenue, le déconfinement du printemps n'a pas vraiment constitué une reprise. L'effectif habituel est progressivement revenu dans les sites ; les formations ont recommencé, certaines à distance.

Fin octobre, à l'annonce du reconfinement, le télétravail est redevenu la règle pour tous ceux qui n'avaient pas à se rendre sur site, selon les modalités bien connues de tous.

Sur place, les règles sanitaires ont continué d'être appliquées : elles n'avaient jamais cessé. Leur efficacité s'est confirmée : la grande majorité des cas positifs paraissent avoir contracté le virus dans leur entourage familial et social plutôt qu'au travail. De ce fait, la maintenance et les arrêts de tranche se sont poursuivis, cette fois-ci, sans changement notable. Seule exception, certains travaux ont dû être réaménagés lors d'un arrêt de tranche d'un site britannique situé dans une région à fort taux de contamination. Globalement, le second confinement n'a pas marqué la même rupture que le premier.

MA RECOMMANDATION

Lors du retour d'expérience qui sera tiré de cette crise, je recommande que les directeurs de la DPNT, d'EDF Energy et de la DIPNN prêtent attention :

- à la simplification, en maintenant les bonnes pratiques appliquées *de facto* sur le terrain ;
- à la formation dans les métiers essentiels, qui doit continuer en situation de crise prolongée ;
- au télétravail, dont les modalités ne peuvent être simplement extrapolées à la situation normale.

⁹ Chief Nuclear Officer.



Centrale de Sizewell B

La priorité à la sûreté est manifeste dans toutes les activités du Groupe : c'est une valeur partagée.

Consubstantielles à la sûreté, la grande rigueur et la formalisation peuvent conduire progressivement à se focaliser sur l'application des processus plutôt que sur les performances.

S'en prémunir demande de toujours se concentrer sur la machine, donner tout son sens à la présence des managers sur le terrain, travailler les compétences, placer les responsabilités au bon niveau.

Revivifier la culture de la responsabilité et de la performance

03

Sommaire

Mon regard

01

02

03

04

05

06

07

08

09

10

Annexes

Abréviations

CULTURE DE SÛRETÉ ET LEADERSHIP

UNE GRANDE ATTENTION À LA SÛRETÉ

J'observe, chez EDF SA et EDF Energy, un réel sens de la sûreté, de grandes compétences et un sérieux qui ne se démentent pas.

La priorité à la sûreté est claire dans l'exploitation des installations. La transparence, la capacité à se dire les choses de manière claire et directe, les instances de débat à tous les niveaux sont des atouts. Les enquêtes et les initiatives de renforcement de la culture de sûreté se généralisent. Les managers font naturellement appel au challenge par les filières indépendantes de sûreté (FIS).

La gestion de la crise Covid-19 fut un révélateur de cette culture de sûreté, comme en témoignent les messages et décisions incarnés par la direction des deux parcs (*cf. chapitre 2*).

MAIS UNE CULTURE TROP CENTRÉE SUR LES PROCESSUS...

En revanche, les résultats sont trop souvent mesurés comme l'avancement d'un plan d'actions ou le taux d'application des processus. On postule que, si le processus est bon et appliqué, le résultat sera atteint. Cette appréhension mécaniste mérite pourtant vérification ! Les processus sont nécessaires mais la finalité doit être la performance : ce sont les résultats qu'il faut avant tout apprécier, en se centrant sur la machine, la physique, l'homme.

Ce phénomène est nourri par une tendance à multiplier les plans d'actions et ajouter de nouvelles prescriptions après chaque événement, plutôt que de réinsister sur les fondamentaux. Il est aussi amplifié par l'usage d'un langage ésotérique, les « intérêts protégés », qui éloigne du réel.

... ET, EN FRANCE, SUR L'ASN

La tendance à considérer les sujets techniques de sûreté en premier lieu *via* les questions et autorisations de l'autorité de sûreté nucléaire (ASN) perdure dans le parc, à l'ingénierie et même à la R&D (*cf. mon rapport 2019*).

À rebours du principe de responsabilité première de l'exploitant, *volens*, le pilotage technique de la sûreté semble *de facto* trop souvent exercé par l'ASN et l'IRSN (Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire) : c'est un phénomène préoccupant. En interne, attendre l'impulsion de l'ASN pour s'atteler à un problème est regrettable.

Mais il faut aussi constater que les demandes de l'autorité absorbent l'essentiel des ressources de l'ingénierie et des services centraux. Mieux réguler le volume des questions, des demandes, des prescriptions nouvelles suppose d'augmenter le dialogue technique en amont.

NÉCESSITÉ DE SIMPLIFIER...

Je soulignais, en 2019, que la complexification me semblait un des plus grands risques pour la sûreté. Si la prise de conscience est générale, on voit encore trop peu de simplification d'envergure.

Par exemple, en France :

- les sites ne semblent pas s'être saisis de la qualité de la documentation d'intervention (« à vouloir ne rien rater, être exhaustif, on fait des dossiers que les gens ne peuvent pas lire ») ;
- les DAS¹⁰ font rarement moins de 60 pages et sont surtout consacrés aux processus et plans d'actions : il ne s'en dégage pas assez une vision de la sûreté et des principaux enjeux ;
- le volume de travail des visites décennales (VD), qui continue à croître, atteint un niveau critique (*cf. chapitre 8*) ;
- la complexité des référentiels, exploitation et ingénierie, demeure. L'exercice mené à la DPN, distinguant exigences réglementaires et managériales, n'épuisera pas le sujet ;
- la complexité de l'organisation de l'ingénierie et des projets du nouveau nucléaire, tous différents dans leur structure, perdure (*cf. chapitre 9*).

Simplifier passera aussi par une plus grande responsabilisation (« tout remonte et on en crève »). Il faudrait aussi accepter d'alléger le reporting ; je m'étonne par exemple du poids qu'il a pris dans les visites managériales de terrain à la DPN.

¹⁰ Dossiers d'analyse de sûreté, écrits chaque année par chaque unité de la DPN.

... ET DE DÉVELOPPER LA RESPONSABILITÉ

Retrouver un plus grand sens de la responsabilité individuelle et collective me semble indispensable. Celle-ci suppose d'abord de ne jamais perdre de vue les risques particuliers au nucléaire, de toujours revenir aux conditions de leur maîtrise et d'exercer sa propre responsabilité (« *accountability* »).

Accountability

Là où les Français emploient un seul mot "responsabilité", les Britanniques en utilisent deux : "*responsibility*" et "*accountability*".

Responsibility désigne le fait de détenir une responsabilité vis-à-vis de quelque chose, de par sa fiche de poste, son contrat de travail, les rôles décrits dans l'organisation de l'entreprise. *Accountability* se rapporte à la façon dont on exerce, soi-même, cette responsabilité. Elle tient à sa manière d'être personnelle et à son propre engagement. À l'inverse de la *responsibility*, l'*accountability* ne se délègue pas.

Si *accountability* est généralement entendu comme un concept anglais, on en perçoit néanmoins l'origine latine et française : se sentir comptable.

Cette culture de la responsabilité et de la performance est à mes yeux indissociable d'une forte présence du management sur le terrain, qui doit porter sur le cœur du métier. Elle suppose aussi de prendre les décisions au bon moment et au bon niveau, sans les reporter au niveau supérieur si cela n'est pas nécessaire. Je me réjouis que les messages de plusieurs directions, en France et au Royaume-Uni, aillent dans ce sens. J'apprécie que les orientations du projet Start 2025 de la DPN aillent clairement dans ce sens.

MIEUX DÉTECTER ET APPUYER LES SITES EN DIFFICULTÉ

Les sites ont leurs hauts et leurs bas. Des sites à l'apogée peuvent décliner et des sites en difficulté redresser la barre et rejoindre les meilleurs.

Parmi les signes précurseurs de déclin : confiance excessive après une longue période de succès, isolement, renouvellement rapide des équipes et départ des piliers, management éloigné du terrain, manque de cohésion, perte de leadership de la conduite, multiplication des ennuis techniques, etc.

Les conditions du rebond sont, elles aussi, connues : prise de conscience collective, diagnostic et plan d'actions clairs et partagés, cohésion et leadership de l'équipe de direction, décloisonnement, travail de terrain sur les comportements et les compétences, etc.

Pourtant, les parcs se sont laissé piéger : ce sont les autorités de sûreté (ASN, ONR) ou WANO, ou bien des performances fortement

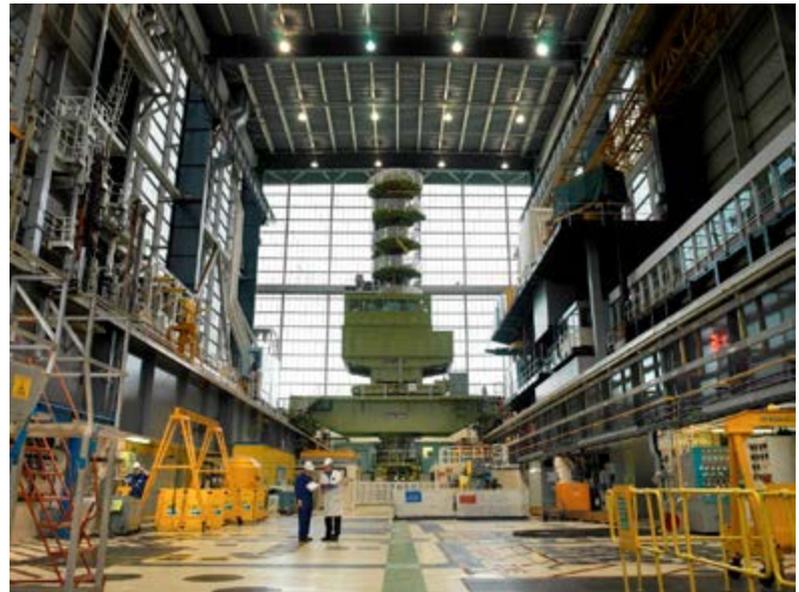
dégradées qui ont, à quelques reprises, cristallisé la prise de conscience. Plusieurs sites sont depuis solidement aidés par le niveau central ; c'est dans la durée que l'on en verra le résultat.

Je m'intéresserai de près aux moyens de détecter les signes précurseurs et d'appuyer les sites de manière adaptée et au bon moment : la rapidité de réaction conditionne celle du rétablissement.

AU ROYAUME-UNI, PILOTER LA TRANSITION

La flotte des AGR se dirige vers une fermeture progressive (cf. [chapitre Mon regard](#)) : les réacteurs les plus anciens produisent depuis plus de 40 ans et l'on se rapproche de la durée de vie maximale du graphite, leur facteur limitatif bien connu. Je salue la clarté et la responsabilité avec lesquelles EDF Energy a décidé du calendrier de fermeture des premiers réacteurs. L'échéance des autres AGR sera décidée en fonction de l'évolution générale du graphite et en tenant compte des spécificités de design de leur cœur : établir le *Safety case*, au cas par cas, est un exercice technique pointu.

La durée de vie des AGR peut aussi être déterminée par le vieillissement des *boilers* (générateurs de vapeur) : il me semble important de continuer à en développer les contrôles. Je note aussi des cas d'obsolescence de composants, par exemple électriques. Les échauffements de cartes électroniques sont des risques de départs de feu (cf. [chapitre 6](#)).



Hall d'une centrale AGR

La flotte des AGR est donc engagée dans une transition : poursuite d'exploitation pour un certain nombre de cycles, selon les réacteurs ; préparation du déchargement (*defuelling*) et du démantèlement ; définition de l'avenir de chacun ; réduction des services centraux ; transfert progressif des investissements vers les opérations de fermeture. La chaîne de déchargement des AGR (*fuel route*), complexe, sera fortement sollicitée pendant les 3 ans suivant l'arrêt.

Il convient donc de veiller à maintenir la priorité à la sûreté jusqu'au dernier jour d'exploitation, puis pendant le *defuelling*. Garder l'engagement, la fierté et les compétences du personnel est essentiel.

Sizewell B, quant à lui, seul REP britannique à ce jour, atteint 25 ans et commencera bientôt à préparer son exploitation au-delà de 40 ans. Cette phase connaîtra un surplus de maintenance, de remplacements de matériels, de modifications. Il convient de veiller à la capacité du site à les mener. Un fort soutien des services centraux est nécessaire, une coopération plus étroite avec d'autres parcs de REP souhaitable.

LA MAÎTRISE DES ACTIVITÉS AU CŒUR DU MANAGEMENT DE LA SÛRETÉ

À LA CONDUITE

Le leadership de la conduite, essentiel au bon management de la sûreté, est souvent visible. Le chef d'exploitation (CE) cadence les priorités sûreté du site. J'observe qu'une conduite au positionnement plus faible témoigne d'un site en difficulté.



Opérateur en salle de commande à Flamanville 3

En France, la surveillance et la rigueur en salle de commande doivent continuer à faire l'objet de l'attention du management des CNPE, comme l'a identifié WANO : un 3^e opérateur en salle de commande est en place dans tous les sites et de nature à les renforcer. Mais son rôle prévu dans le noyau de cohérence conduite n'est pas appliqué de manière homogène. Je m'y intéresserai.

Au-delà des dix jours par an de simulateur exigés par le référentiel, le volume et les modalités de formation et d'entraînement varient grandement d'un site à l'autre. Je vois des bonnes pratiques : répétition sur simulateur avant les transitoires, formation autonome sur des simulateurs numériques, séances collectives à l'initiative des CE, etc. Mais la situation est hétérogène et un accent plus net me semble devoir être mis sur le développement des compétences.

Le *showroom* d'accidents du passé

Le *showroom*, conjointement développé par EDF, EDF Energy et CGN, est une exposition itinérante qui présente de grands accidents ou incidents du passé (Three Mile Island, Tchernobyl, Fukushima). Le personnel peut s'y rendre individuellement ou en équipe. L'objectif est de se réapproprier les leçons de ces événements et de s'interroger sur ce qu'ils suscitent dans l'appréhension et la pratique de la sûreté aujourd'hui.

Par exemple, l'accident de Three Mile Island, le 28 mars 1979, montre comment une situation banale d'exploitation peut se dégrader rapidement. Il commence par la défaillance de l'alimentation normale en eau des générateurs de vapeur (GV). Une chaîne de défaillances techniques, de représentations erronées de la situation, de procédures mal adaptées et d'actions inappropriées va entraîner la fusion du cœur. Entre autres, cet accident a profondément transformé la prise en compte du facteur humain dans la sûreté.

Il me semble indispensable de mieux exploiter le retour d'expérience (REX). Je regrette que l'incident de conduite de niveau 2 en 2019 dans un site français n'ait pas été assez appréhendé dans les sites, à l'UFPI (Unité de professionnalisation pour la performance industrielle), ni dans les états-majors, dans un délai à la hauteur de ses enseignements ; il est bienvenu que la DPN s'en soit saisie.

À EDF Energy Nuclear Generation, il en est de même de l'incident de 2020 dans un AGR (*cf. chapitre 1*). Ils valent la peine de faire partie d'incidents que l'on enseigne, que l'on se remémore, qui nourrissent une appréhension vivante de la sûreté. Un recueil des principaux événements mériterait d'être écrit, diffusé, régulièrement commenté. Le *showroom* des trois flottes (EDF SA, EDF Energy, CGN) est une excellente initiative.

DANS LES ARRÊTS DE TRANCHE ET LA MAINTENANCE

Le pilotage de tout ce qui concourt à la qualité des interventions et à la maîtrise de l'état matériel des réacteurs est également indissociable du management de la sûreté. En particulier, la façon d'encadrer et d'accompagner les intervenants, de les mettre dans les conditions de réussir, de donner la priorité au geste technique, est fondamentale. Je perçois en effet à quel point les reports de dernière minute, les attentes, les dossiers trop volumineux pour être lus, les parcours du combattant pour réunir toutes les conditions peuvent affecter la sérénité, la qualité et la motivation.

Le planning, qui doit être réaliste, robuste, partagé et fédérateur est, un outil essentiel de réussite des interventions et de maîtrise de la qualité. En cas d'écart de conformité, j'apprécie l'orientation qui privilégie la remise en état, lorsqu'elle est accessible, plutôt que de bâtir de longs dossiers de justification. En outre, la pleine maîtrise des installations nécessite sans doute une plus grande appropriation du design par les CNPE, notamment *via* les ingénieries de site (aujourd'hui, il est surtout de la compétence des ingénieries centrales).

Placer les arrêts de tranche au cœur du projet 2021-2025 de la DPN me paraît donc pertinent, car ils concentrent un grand nombre des questions de maîtrise industrielle. Au Royaume-Uni, pour les mêmes raisons, la maîtrise de la durée des arrêts de tranche est un objectif majeur.



Intervention de maintenance, CNPE de Gravelines

EN CONCEPTION ET EN RÉALISATION

Les questions de pilotage, d'ingénierie et de réalisation des projets neufs font, comme suite au rapport de Jean-Martin Folz, l'objet d'une action déterminée : le plan excell (*cf. chapitre Mon regard*). Certaines de ses orientations ont aussi vocation à irriguer l'ingénierie et les réalisations industrielles du parc.

Des écarts techniques de Flamanville 3 (par exemple les soudures du circuit secondaire principal ou les échangeurs du circuit de refroidissement intermédiaire RRI-SEC) justifient un retour d'expérience approfondi car leurs causes touchent au management de la sûreté : des experts avaient anticipé et signalé des difficultés sans qu'une attention supplémentaire n'ait été ensuite portée aux études et aux fabrications.

Dans le parc, si beaucoup des modifications sont réussies, quelques-unes pèchent dans leur conception. J'appelle à en examiner les raisons, dont certaines me semblent tenir à un manque de proximité entre les ingénieries et les sites, ou avec les sous-traitants, en raison de chaînes longues et complexes.

LE CONTRÔLE INDÉPENDANT

Les filières indépendantes de sûreté (FIS) des CNPE sont en général bien créées et les ingénieurs sûreté (IS) de bon niveau. Il faut veiller à l'attractivité et au vivier de ce métier. Les IS challengent les chefs d'exploitation et mènent les « confrontations quotidiennes » avec sérieux. Les arbitrages qu'ils demandent devraient à mes yeux porter sur les aspects opérationnels plutôt que déclaratifs. Les comptes rendus d'événements significatifs gagneraient à mieux éclairer les causes profondes et les voies de progrès.

L'IN évolue positivement : auto-mandatement sur des thèmes d'actualité, participation aux instances opérationnelles de la DPN, montée en puissance comme FIS de l'état-major (amorcée lors du confinement, *cf. chapitre 2*), présence accrue sur le terrain pour évaluer l'état des installations pendant les évaluations globales d'excellence (EGE) de site. Ses méthodes d'évaluation, orientées sur la conformité aux processus, mériteraient d'être rééquilibrées vers la performance. Je regrette que ses recommandations soient de moins en moins prises en compte : un objectif plus ambitieux doit être fixé par le parc.

À l'OIU (Organe d'inspection de l'utilisateur), je note plus de sérénité et d'autorité. Le rôle des inspecteurs, difficile, demande l'attention du management afin de les soutenir et de les protéger.

Le système d'autorisation interne, forme de délégation de l'ASN, a trouvé son régime de croisière. L'organisation en est solide, bien dimensionnée et pilotée. Ce système vertueux responsabilise l'exploitant.

WANO a mené une revue de suivi *corporate* d'EDF SA dont les conclusions sont positives quant aux recommandations formulées sur les FIS : c'est un appel à poursuivre les actions engagées.

À la DIPNN, après la réflexion et la définition de principes en 2019, le déploiement de FIS dans les unités et les projets est très progressif, ralenti

par le confinement. L'analyse des anomalies du projet Flamanville 3 confirme tout l'intérêt d'une FIS à l'ingénierie : un challenge par une FIS forte, au bon moment, aurait certainement été de nature à les limiter.

Au Royaume-Uni, l'INA, *Independent Nuclear Assurance*, est une organisation solide, qui exerce un réel challenge, formule des

points de vue robustes et bénéficie de la confiance de l'autorité de sûreté (ONR). Sur site, l'INA est bien positionnée et reconnue, avec cependant une certaine hétérogénéité dans les profils. Des baisses d'effectifs sont prévues dans les services centraux d'EDF Energy Nuclear Generation : j'appelle à maintenir à l'INA des moyens suffisants pendant la période délicate de la transition.

MES RECOMMANDATIONS

Afin de revivifier le sens de la responsabilité première de l'exploitant, je recommande aux directeurs de la DPNT, de la DIPNN, d'EDF Energy et de la R&D d'EDF de faire évoluer les attitudes : se demander « nous-mêmes, qu'en pensons-nous ? » avant « que demande l'autorité de sûreté ? ».

Une appréhension vivante de la sûreté se nourrit aussi des enseignements des incidents que chacun doit se remémorer. Je recommande aux directeurs de la DPN et d'EDF Energy Nuclear Generation de rassembler les événements les plus marquants et de les faire commenter régulièrement.

Dans la transition engagée au Royaume-Uni, l'INA est particulièrement importante. Je recommande au directeur d'EDF Energy de veiller à ses moyens et à son positionnement afin qu'elle puisse pleinement jouer son rôle.



Manutention d'un conteneur de combustible usé d'un AGR

Les résultats de sécurité sont en progrès en France et restent bons au Royaume-Uni.

Dans les deux parcs, la dosimétrie s'améliore, mais des événements témoignent de comportements inadaptés et d'une insuffisante culture de radioprotection.

Habituels au Royaume-Uni, les tests de consommation de stupéfiants se mettent peu à peu en place dans les sites français.

Sécurité et radioprotection : se réappropriier sans relâche les fondamentaux

04

Sommaire

Mon regard

01

02

03

04

05

06

07

08

09

10

Annexes

Abréviations

POURSUIVRE LES EFFORTS SUR LES RISQUES CRITIQUES

Pour la seconde année consécutive, un temps d'arrêt STOP sécurité a été organisé dans le Groupe. Occasion d'échanger sur des voies de progrès en sécurité individuelle et collective, les prestataires y ont été associés.

En France, la pratique des *Safety messages* reste trop souvent formelle et peu interactive. Généralisée au Royaume-Uni, elle permet une sensibilisation aux risques et des échanges dans les équipes.

EN FRANCE, DES RÉSULTATS EN LÉGÈRE PROGRESSION

À la DPN, le LTIR¹¹ est de 2,2 (2,4 en 2019), le taux de fréquence global (Tfg) de 2,9 s'améliore par rapport à 2019 (3,3) sans toutefois atteindre les résultats de 2017.

Le nombre total d'accidents liés aux risques critiques (travaux en hauteur, manutentions, travaux électriques) baisse : 5 accidents avec arrêt de travail (5 en 2019, 4 en 2018) et 7 accidents sans arrêt (11 en 2019, 6 en 2018).

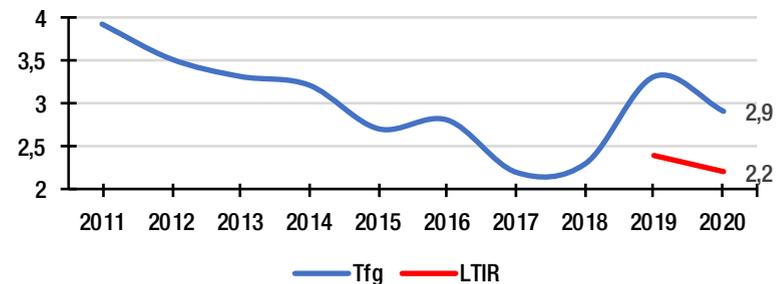
À l'ingénierie, les résultats de la DIPNN s'améliorent avec un LTIR hors Flamanville 3 de 1,0 (2,0 en 2019) ; le Tfg est de 1,7 (3,0 en 2019). À la DIPDE, les résultats sont aussi en amélioration avec un LTIR de 1,5 (1,8 en 2019).

À Flamanville 3, le taux de fréquence reste très élevé avec un LTIR de 8,3 (5,9 en 2019) et un Tfg de 8,9 (6,5 en 2019).

Dans les sites en déconstruction, le LTIR est de 1,1 (0,5 en 2019).

De manière générale, l'accidentologie courante baisse à la DPN, notamment le nombre d'accidents de plain-pied diminue, mais celui des événements liés aux manutentions manuelles augmente. En matière de risques critiques, même s'il y a moins d'événements graves, on me signale toujours des personnes qui passent sous des charges

en mouvement, des travaux en hauteur insuffisamment sécurisés, des interventions sur des matériels électriques sans vérification de l'absence de tension ou sans port des équipements de protection individuelle.



Tfg et LTIR à la DPN

Progresser est indispensable. Cela suppose à la fois un fort engagement du management sur le terrain et une plus grande prise de conscience des risques, dans une attitude de responsabilisation individuelle. Les prestataires doivent être engagés au même niveau dans ce chemin. Pour cela, les actions communes de sensibilisation, de formation, de retour d'expérience (REX) et d'encadrement managérial doivent s'amplifier.

AU ROYAUME-UNI, DES RÉSULTATS TOUJOURS BONS

Dans le parc britannique, le LTIR est bon et stable par rapport à 2019 : 0,3 (0,3 en 2019, 0,5 en 2018). Les indicateurs de sécurité sont les meilleurs, ou proches des meilleurs, résultats jamais obtenus.

Ont contribué à ces progrès :

- l'initiative *Zero harm* prise il y a quelques années, toujours active ;
- la récente campagne *I Always* en coopération avec les prestataires ;
- le lancement d'une formation au leadership sécurité qui a manqué pendant des années.

¹¹ Le LTIR (Lost time injury rate) ou « taux d'accidents avec arrêt par million d'heures travaillées » est l'indicateur d'accidents au travail le plus utilisé dans le monde.

Cependant je note que le nombre d'accidents, avec et sans arrêt de travail, a augmenté pendant la première phase de confinement pour redescendre ensuite. Cela est peut être dû à un manque de concentration du personnel (EDF et sous-traitants).

Les résultats du chantier Hinkley Point C sont remarquables avec un LTIR de 0,89 (0,92 en 2019 et 1,18 en 2018) et démontrent un solide management de la sécurité. La principale préoccupation reste le travail en hauteur et la manutention des charges. Je salue le développement du projet *HPC Way* de leadership sécurité qui associe tous les sous-traitants dans le partage et l'amélioration des meilleures pratiques. L'effondrement d'un silo de granulats sur le chantier n'a heureusement blessé personne.

L'engagement des managers, tant dans le parc qu'à Hinkley Point C, dans les directions comme dans les sites, est manifeste.

Effondrement d'un silo

Dans un chantier, un silo contenant environ 5 000 tonnes de laitier de hauts-fourneaux utilisé dans la production de béton s'est rompu et son contenu s'est répandu. Le plan d'urgence a été déclenché. Il a été rapidement établi que le personnel était indemne.

La centrale à béton, conçue et construite par un sous-traitant de deuxième rang, a été fermée et une zone d'exclusion définie. Fortement endommagée, la structure du silo ne pouvait être réparée. Une vérification des autres centrales à béton du site, de plus petite taille, n'a pas montré de problèmes.

Les premières analyses identifient un problème de résistance des assemblages boulonnés. Les investigations se poursuivent.

LA PRÉVENTION DES ADDICTIONS

Les spécificités du nucléaire imposent une tolérance zéro quant à l'exercice de métiers à risque sous l'influence d'alcool ou de stupéfiants.

En France, là où les règlements intérieurs ont été modifiés, des contrôles se mettent en place. Malheureusement, la crise Covid-19 a ralenti le processus de modification de ces règlements. J'estime nécessaire de le reprendre.

Au Royaume-Uni, environ 6000 tests aléatoires de stupéfiants et d'alcool ont été effectués en 2020. Si les résultats positifs sont en légère augmentation, ils restent significativement plus faibles que ceux de l'ensemble de la population. Une campagne de sensibilisation

d'une semaine sur les addictions a été organisée pour encourager le débat et l'engagement du personnel sur ce sujet.

DES POINTS DE VIGILANCE EN RADIOPROTECTION

En 2020, la pandémie Covid-19 a bouleversé les programmes d'arrêts pour maintenance et le volume d'activités (*cf. chapitre 2*). Les comparaisons avec les autres années sont donc délicates.

EN FRANCE, DES RÉSULTATS INÉGAUX ET UNE ALERTE

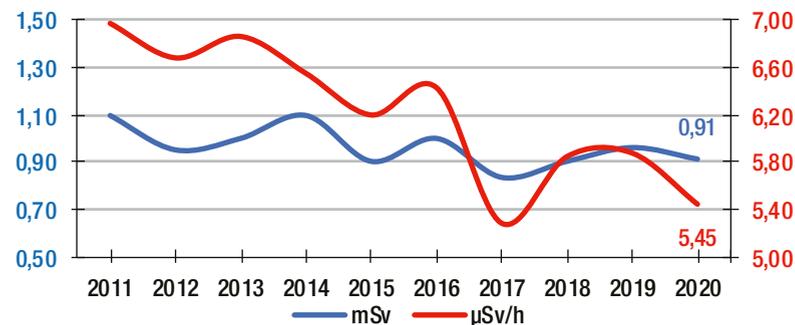
En 2020, la dose collective (0,61 homme.Sievert/réacteur) est cohérente avec les objectifs de la DPN ajustés aux interventions prévues dans l'année.

La dose individuelle moyenne par salarié (EDF et prestataires) est de 0,91 milliSievert (mSv), stable par rapport aux années précédentes (0,96 en 2019). Soixante-treize intervenants (151 en 2019) ont reçu une dose annuelle supérieure à 10 mSv. Aucun ne dépasse 14 mSv. La limite réglementaire est fixée à 20 mSv.

La dose horaire par salarié (EDF et prestataires) est la deuxième meilleure performance enregistrée. Le logiciel CADOR est un bon outil qui aide à définir et à optimiser les protections biologiques à poser avant les interventions. Je note toutefois que le taux de réalisation du programme n'est que de 43 %.

En revanche, je note de nombreuses contaminations externes (8 avec dépassement du quart de la limite réglementaire annuelle), ainsi qu'une accumulation d'événements :

- des entrées en zone contrôlée sans dosimètre ;
- le meulage d'une tuyauterie raccordée au circuit primaire sans protection respiratoire ;
- des incidents de tirs radio ;
- à nouveau des non-respects de la règle interdisant que la même personne soit en possession des 2 clés d'accès en zone rouge.



Dose individuelle moyenne et dose horaire (EDF et prestataires)

Cette situation doit alerter et réclame un réel engagement de chacun pour remettre la radioprotection à sa juste place, car elle fait partie de l'ADN du nucléaire. Je suivrai les progrès obtenus grâce au plan de redressement du management de la radioprotection, engagé en décembre 2020 par la DPN.



Intervention sur un matériel électrique, CNPE de Gravelines

AU ROYAUME-UNI, DES RÉSULTATS SATISFAISANTS ET DES POINTS D'ATTENTION

Par conception, les doses collectives des AGR sont plus faibles que celles des REP. En 2020, la dose collective diminue à 0,013 homme.Sievert par réacteur (0,03 en 2019). À Sizewell B, qui n'a pas eu d'arrêt pour rechargement du combustible en 2020, la dose collective est de 0,031 homme.Sv (0,26 en 2019), ce qui est le meilleur résultat historique.

La dose individuelle maximale dans l'ensemble du parc est de 2,6 mSv (4,37 mSv en 2019).

Il n'y a pas d'événement notable lié aux tirs radio.

Comme pour la sécurité au travail, certains comportements inadaptés ont été observés pendant le premier confinement : par exemple, l'absence d'appel de l'équipe de radioprotection sur détection de contamination en sortie de zone contrôlée, peut-être par crainte du non-respect des gestes barrières lors de la décontamination. Il faut s'assurer que de telles pratiques ne se répètent pas.

Dans un AGR, les activités de maintenance et d'exploitation de la *fuel route* peuvent être à l'origine de doses assez fortes. Les systèmes correspondants, complexes et d'une fiabilité imparfaite, vont être fortement sollicités pendant deux ou trois ans lors du déchargement du combustible suite à l'arrêt définitif des réacteurs. Autant les intervenants de la *fuel route* que les techniciens en radioprotection devront renforcer leur perception du risque et s'entraîner.

MES RECOMMANDATIONS

Des comportements inadaptés en matière de prévention des risques sont observés. Je recommande aux directeurs de la DPNT, de la DIPNN et d'EDF Energy de renforcer la responsabilisation individuelle des salariés et des prestataires pour maîtriser les risques critiques en sécurité et les règles de base en radioprotection.

Au Royaume-Uni, la fin d'exploitation des AGR va nécessiter de nombreuses manipulations d'assemblages de combustible. Je recommande au directeur d'EDF Energy Nuclear Generation de s'assurer que les équipes de la *fuel route* maîtrisent les règles de radioprotection et sont soutenues par des spécialistes.



Simulateur numérique, CNPE de Gravelines

La sûreté repose sur les équipes d'EDF et des prestataires, sur leur professionnalisme et sur leur engagement. La formation, très structurée, occupe une grande place dans les cursus.

Des événements de sûreté, des non-qualités, des prolongations des durées d'arrêt pour maintenance sont liés à des défauts de compétences dans les deux parcs.

Les compétences en ingénierie et en pilotage de projets, elles aussi, ne permettent pas toujours d'atteindre le niveau de qualité requis.

Faire des compétences une priorité des managers

05

Sommaire

Mon regard

01

02

03

04

05

06

07

08

09

10

Annexes

Abréviations

Les compétences se développent tout au long de la carrière. La formation y contribue fortement. Au-delà, les parcours professionnels, l'accompagnement sur le terrain, la pratique des gestes techniques, l'appui des experts et aussi l'implication des managers sont indispensables à l'enrichissement des savoir-faire individuels et collectifs. Le développement des compétences est d'ailleurs un des projets de transformation du plan excell (cf. [chapitre Mon regard](#)) et un axe prioritaire des divisions nucléaires.

LES RECRUTEMENTS ET LES PARCOURS PROFESSIONNELS

MAINTENIR DES RECRUTEMENTS EXTERNES

EDF SA a réussi il y a quelques années le renouvellement massif des générations dans les métiers du nucléaire. Les talents et les compétences de demain dépendent de l'attractivité des métiers techniques et du nucléaire, aujourd'hui. Les prestataires me disent d'ailleurs qu'ils ont du mal à recruter et à fidéliser leur personnel. Améliorer l'attractivité mérite un travail d'ampleur de la filière, communication et lancement de nouveaux programmes notamment.

Après la vague de recrutements des années 2010, les effectifs de la DPN ont été stabilisés, avec 450 recrutements externes en 2020. Ceux de la DIPNN sont en croissance pour faire face à l'augmentation de charge (cf. [chapitre 9](#)). J'encourage à maintenir un niveau de recrutement significatif : plusieurs postes sont en effet souvent nécessaires pour construire les compétences de demain. Dans les domaines où les viviers internes sont réduits, il faut savoir recruter à l'extérieur, par exemple des spécialistes des géosciences, de l'incendie ou du pilotage de projets.

Il faut poursuivre les recrutements en sortie d'apprentissage, pratique déjà bien engagée au Royaume-Uni et en France.

Le co-recrutement¹² est aussi un moyen efficace de bâtir des compétences. J'apprécie qu'il se généralise, au-delà de l'ingénierie et de la R&D, à d'autres entités comme la DPN et l'ULM¹³.

BÂTIR DES PARCOURS PROFESSIONNELS ATTRACTIFS

Le manque d'attractivité de certaines régions, en particulier la région parisienne, est souvent mentionné comme un frein à la mobilité.

¹² La personne embauchée par une unité occupe un premier poste dans une autre entité d'EDF où elle acquiert une première expérience avant de rejoindre son unité.

¹³ Unité logistique et maintenance, rattachée à la DTEAM, Division thermique, expertise, appui industriel multi-métier.

Certaines unités comme l'UNIE (Unité d'ingénierie d'exploitation de la DPN) proposent des modalités de travail pour contourner cette difficulté, par exemple deux à trois jours par semaine à Paris et le reste en province.

En France, dans plusieurs CNPE, l'aspiration vers certains postes plus qualifiés dans les services de maintenance ou de conduite a vidé les ateliers d'une partie de leur personnel. Il convient de recréer sans tarder ce vivier de compétences pratiques indispensables.

Les contraintes sur les effectifs entraînent un allongement des durées de postes. C'est positif pour des métiers nécessitant un temps long de professionnalisation, tels certains emplois de l'ingénierie ou les pilotes de projets dans les sites. J'apprécie la volonté de la DPN de valoriser des postes longs dans ces métiers. En même temps, il me paraît nécessaire d'assurer une mobilité suffisante entre unités et entre directions, qui offre une irremplaçable ouverture, profitable aux individus et à l'entreprise.

L'organisation de parcours professionnels est un des moyens privilégiés de construire les compétences. Il est indispensable de les bâtir et de les piloter à l'échelle du Groupe. Dans certains domaines, j'observe des exemples intéressants : mobilités entre la DIPDE et les CNPE, entre la Direction technique de la DIPNN, l'UNIE-GECC, les CNPE et la DCN pour le combustible ou entre l'ULM et les CNPE pour la maintenance. J'incite à généraliser ces approches.

Je déplore, cette année encore, le peu de mouvements d'EDF Energy vers EDF SA et entre EDF SA et Framatome.

Les programmes de reconversion interne, par exemple en provenance du commerce ou d'Enedis, demandent des investissements importants de la part des personnes et des unités concernées. Leur succès dépend fortement de la pertinence des profils sélectionnés.

Au Royaume-Uni, la transition des AGR vers les EPR entraînera, dans les prochaines années, de profondes mutations dans les équipes d'EDF Energy. Au-delà des changements significatifs de nombre et de localisation des emplois concernés, il faut aussi piloter d'importantes adaptations : d'une part, maintenir les savoirs indispensables

à l'exploitation et au démantèlement des AGR et, d'autre part, développer les compétences EPR (cf. [chapitre Mon regard](#)).

LA FORMATION ET L'ACCOMPAGNEMENT

La crise Covid-19 a entraîné de nombreux reports et annulations de formations en 2020. (cf. [chapitre 2](#)). Les modalités pour rattraper le retard doivent être examinées soigneusement.

MIEUX UTILISER LES MOYENS DE FORMATION

En France, la formation est organisée de manière centralisée : l'UFPI¹⁴ est chargée des formations en réponse aux besoins exprimés, parfois dans les mêmes domaines, par la DPN, la DTEAM, la DIPDE ou la DIPNN, qui gagneraient à mieux se coordonner.

Au Royaume-Uni, l'approche est davantage décentralisée. Des programmes de formation bâtis pour l'ensemble du parc sont réalisés dans les sites sous la responsabilité des chefs de service. En complément, la mise en œuvre des programmes par les sites est évaluée par un comité externe, le *Training Standards Accreditation Board*, ce qui est une bonne pratique.

Le Training Standards Accreditation Board (TSAB)

Au Royaume-Uni, le processus d'accréditation des formations évalue l'efficacité des programmes concernant la sûreté nucléaire et s'assure qu'ils permettent au personnel d'EDF Energy et de ses partenaires d'être reconnu SQEP (*Suitably Qualified and Experienced Personnel*).

Avant d'obtenir l'accréditation d'un programme, le site évalue sa cohérence avec le cadre défini par les services centraux, explique comment il répond aux objectifs. Une équipe d'experts du parc vient ensuite observer les formations et questionner des employés.

Le TSAB, comité d'experts indépendants, se réunit deux à trois mois plus tard. Il challenge la direction du site sur l'efficacité du programme et sur l'engagement des chefs de service à former leur personnel. L'accréditation est délivrée pour quatre ans.

En France et au Royaume-Uni, le Groupe dispose de moyens de formation remarquables : les services communs de formation, les chantiers écoles et les espaces maquettes dans les sites, les campus de Bugey et de Saclay avec leurs matériels identiques à ceux des sites, les centres de formation de Barnwood et de Hinkley Point C, etc. Les ressources sont adaptées, en nombre et en profil, avec un équilibre globalement satisfaisant entre formateurs jeunes et expérimentés.

En France, les chantiers écoles et les espaces maquettes des sites sont généralement sous-utilisés. Au Royaume-Uni, c'est souvent le contraire : les chantiers écoles, en nombre insuffisant, sont suroccupés. Ces installations sont une aide importante à l'entraînement au geste technique et devraient être mieux utilisées.



Bâtiment maquette, CNPE de Cruas

En 2020, l'IGSNR a observé plusieurs séances animées par des formateurs de l'UFPI. J'ai apprécié leur pédagogie et les approches mêlant théorie et pratique, dans des espaces très bien équipés. Je regrette cependant le trop grand délai d'intégration du retour d'expérience (REX) dans les formations (cf. [chapitre 3](#)).

Les formations en ligne se développent, plus rapidement en France qu'au Royaume-Uni. Elles présentent des atouts : autonomie et responsabilisation, facilité d'accès à des supports pédagogiques variés, flexibilité, économie de déplacements. Dans certains cas, elles sont cependant moins adaptées que les formations traditionnelles : absence d'échanges entre participants, de contact direct avec le formateur qui peut adapter son discours. On m'a aussi signalé la difficulté de nombreux stagiaires à dégager le temps nécessaire à l'*e-learning* et parfois même l'absence des prérequis. Il faut que les managers s'assurent d'une préparation et d'une participation satisfaisantes. Je recommande d'analyser les formes efficaces de cet enseignement : quels sujets, quel contenu, etc. avant de définir sa part dans la formation et dans les parcours de qualification. J'invite EDF SA et EDF Energy à s'associer dans cette démarche.

¹⁴ Unité de professionnalisation pour la performance industrielle, rattachée à la DTEAM.

INTÉGRER DAVANTAGE LES PRESTATAIRES

Certains prestataires des sites ou de l'ingénierie ont développé leurs propres académies ou centres de formation. C'est un moyen efficace de développer les compétences de leur personnel.

En France, le GIFEN¹⁵ et les associations régionales de prestataires sont très engagés en matière de compétences et de formation.

Bien que les besoins des prestataires soient similaires à ceux d'EDF SA, les formations ont divergé au cours du temps. De plus, des sessions d'EDF ne sont pas toujours remplies. J'incite donc à poursuivre les actions initiées par les équipes PIRP¹⁶, PCC-EO¹⁷ et l'UFPI pour faire converger les programmes et organiser des stages communs, comme le fait déjà EDF Energy.

Il me semble aussi indispensable que les prestataires s'entraînent davantage dans les espaces maquettes (cf. supra).

Par ailleurs, on m'a présenté le plan soudage. Il comprend un volet de développement des compétences individuelles, collectives et industrielles de l'ensemble de la filière et j'en suivrai la progression.

J'ai aussi visité le centre de formation de Framatome dont l'intégration dans l'usine de St-Marcel me paraît judicieuse.

Le plan soudage

Partie d'excell, le plan soudage traite de l'ensemble du processus de soudage afin de mieux en maîtriser toutes les étapes : conception, réalisation, contrôle.

Pour l'EPR 2, les objectifs sont de diviser par deux le nombre de soudures réalisées sur site et d'utiliser davantage les robots soudeurs.

Pour le parc en exploitation, un guide de supervision des contrôles non destructifs réalisés par les industriels sera établi en 2021 afin de détecter et traiter au plus tôt les défauts.

En complément des qualifications existantes, un système d'habilitation des soudeurs du nucléaire, gradué en fonction de la sensibilité des soudures, sera déployé dans les contrats en 2021.

Un centre de formation, inauguré en septembre 2020 à Bridgwater près de Hinkley Point C, habilitera tous les soudeurs du chantier, soit plus de 700 personnes en quatre ans. Un centre, qui sera créé avec d'autres industriels à Cherbourg, formera une centaine de personnes par an à partir de 2022.

¹⁵ Groupement des industriels français de l'énergie nucléaire.

¹⁶ Équipe politique industrielle, relations prestataires de la direction de la DPN.

¹⁷ Pôle compétences, conseil, efficacité des organisations de la DPN.

LES RÉFÉRENTS ET LES EXPERTS

Lors de mes entretiens, de nombreux experts me disent qu'ils apprécient l'évolution de leur positionnement et que l'attractivité des métiers d'expertise augmente.



Compagnonnage à EDF Energy

Au-delà de la maîtrise de leur domaine technique et de leur contribution aux stratégies du Groupe, les experts ont un rôle déterminant dans le développement des compétences individuelles et collectives. Ils participent aussi à l'identification des besoins de formation. Pour qu'ils puissent assurer cette mission, il faut veiller à ce qu'ils soient suffisamment proches des équipes métiers et qu'ils ne soient pas accaparés par le temps réel.

J'apprécie le renforcement du pilotage et de l'animation de l'expertise dans les entités d'ingénierie et de R&D. L'identification des besoins en référents et experts de tous les niveaux progresse. Il en est de même de l'attention portée à la montée en compétences de leurs successeurs. Le lancement de la formation Pass-expert, destinée aux experts du Groupe, y contribue.

Le transfert des compétences et son anticipation, par exemple en préparation du départ en retraite, doivent être encore renforcés, en France et au Royaume-Uni, grâce à des méthodes structurées ou avec des approches pragmatiques tel le compagnonnage.

LE RÔLE DES MANAGEURS

La connaissance et le développement des compétences de son équipe font partie des principales missions du manager.

MIEUX ÉVALUER LES COMPÉTENCES INDIVIDUELLES ET COLLECTIVES

Au Royaume-Uni, les managers s'assurent que les intervenants dans les sites ou en ingénierie ont les compétences nécessaires aux tâches qui leur sont confiées (démarche SQEP¹⁸). Ils formalisent systématiquement leur appréciation et les dispositions à prendre dans le cas où les compétences ne sont pas au niveau attendu : formation préalable, accompagnement spécifique, contrôle renforcé.

En France, les managers évaluent l'adéquation des compétences de leurs collaborateurs à leurs tâches de façon plus globale, généralement lors des entretiens annuels. En complément, certaines divisions s'appuient sur des OST (observations en situation de travail), ce qui est une bonne base. Plus généralement, les managers d'EDF et des prestataires devraient être plus souvent sur le terrain pour mieux connaître leurs équipes en situation et bâtir les parcours de professionnalisation.

Les formations habilitantes sont suivies d'une évaluation. Les autres ne prévoient pas de mesurer la progression des stagiaires. Dans certains sites, les services de formation fournissent aux managers une image des compétences et leur avis. Cette démarche positive gagnerait à être systématisée et les CNPE devraient mieux l'utiliser.

En France et au Royaume-Uni, des évaluations des équipes de conduite sont réalisées dans le cadre des renouvellements d'habilitation avec des scénarios connus et en nombre limité ; des axes de progrès sont formalisés. J'encourage à augmenter la robustesse de ce dispositif. Lors des CPO (*Crew performance observations*) réalisées par WANO tous les quatre ans, des pairs expérimentés apprécient la capacité des équipes de conduite à faire face collectivement à diverses situations normales et accidentelles. J'invite à généraliser cette pratique à toutes les équipes de quart, avec des ressources internes.

Par ailleurs, les FIS locales et l'Inspection nucléaire de la DPN évaluent rarement les formations et les compétences du personnel, qui sont par exemple peu abordées dans les dossiers d'analyse de sûreté des CNPE. Elles devraient s'y intéresser davantage.

RENFORCER LE PILOTAGE DES COMPÉTENCES EN FRANCE

L'importance accordée aux compétences et l'implication des managers varient selon les sites.

J'observe certaines bonnes pratiques. Des managers analysent les compétences de leur équipe, en consolident les résultats puis les partagent lors d'une revue annuelle. D'autres identifient dans leur GPEC (gestion prévisionnelle des emplois et compétences) les nouvelles compétences dont ils auront besoin, ingénierie système, digitalisation, cyber sécurité par exemple. D'autres enfin, moins avancés, viennent juste de mettre en place une organisation.



Formation de managers au Royaume-Uni

Dans certains sites, des comités formation ne se réunissent plus ou ne sont pas pilotés au bon niveau. Les GPEC sont traitées de façon administrative, le lien entre compétences et performances n'est pas perçu. La formation semble avant tout vue comme une étape pour obtenir une habilitation.

L'absentéisme reste trop élevé lors des formations. L'attention portée aux entraînements et à la formation continue est variable. Les managers n'assistent que rarement aux sessions, sauf lorsque leur présence est requise pour des habilitations. Ils regrettent souvent que la gestion bureaucratique des demandes de stages et les faibles performances du module formation de l'outil My-HR alourdissent leur tâche.

¹⁸ Suitably Qualified and Experienced Personnel.

DÉVELOPPER L'ACCOMPAGNEMENT

Lorsque j'aborde le sujet des compétences, on me répond souvent macro-processus ou inscription aux stages. Or, dans le Groupe comme chez les prestataires, la réalisation d'activités avec une personne expérimentée, dans le cadre de programmes de professionnalisation par exemple, est un excellent moyen de progresser et de consolider les acquis d'une formation. Il en est de même des plans de compagnonnage mis en œuvre dans plusieurs unités. L'accompagnement devrait, le plus souvent, être assuré par les managers sur le terrain.

AJUSTER LE FAIRE ET LE FAIRE-FAIRE

La sous-traitance d'activités par les sites et l'ingénierie est indispensable pour absorber les variations de charge ou bénéficier

d'expertises pointues. Afin d'assurer la qualité des prestations, les compétences et l'expérience devraient davantage compter dans la sélection des prestataires. Pour permettre à ces derniers de piloter le développement des compétences de leur personnel, il est indispensable de leur fournir une visibilité suffisante sur la charge de travail et les exigences d'EDF à moyen et à long terme.

Quelques unités de la DPNT ou de la DIPNN réinternalisent certaines activités ciblées. Cette démarche a un effet positif sur les compétences des chargés d'affaires, préparateurs, chargés de surveillance ou ingénieurs d'études. Elle renforce l'attractivité de leur métier et leur légitimité envers les sous-traitants. J'encourage à ajuster la répartition entre faire et faire-faire, dans chaque unité en fonction de son contexte.

MES RECOMMANDATIONS

Améliorer la qualité des réalisations demande d'accorder plus d'importance aux compétences ainsi qu'à la maîtrise des activités et des gestes techniques. Je recommande aux directeurs de la DPNT et de la DIPNN de :

- renforcer significativement l'implication des managers dans le développement des compétences de leurs équipes ;
- mieux intégrer les prestataires dans les formations du personnel EDF.

Le Groupe a besoin d'attirer et motiver les talents et de construire leurs compétences. Je recommande aux directeurs de la DPNT, de la DIPNN et d'EDF Energy d'enrichir les parcours professionnels en organisant les mobilités entre unités, entre projets EPR, entre la France et le Royaume-Uni et avec Framatome.

L'*e-learning* se développe. Pour l'utiliser à bon escient, je recommande aux directeurs de la DPNT, de la DIPNN et d'EDF Energy d'évaluer son champ d'application et ses conditions de mise en œuvre.



Le feu est l'un des principaux risques pour la sûreté.

La maîtrise du risque incendie exige une conception robuste, une prévention rigoureuse, des matériels de détection et de lutte fiables et une préparation solide à l'intervention ; cela suppose que chacun s'implique.

Grâce à un fort engagement et à des améliorations de matériels, des progrès sont visibles.

Le risque d'explosion de gaz inflammables a été pris en compte lors de la conception initiale ; il est mieux appréhendé dans les sites.

Pompiers en exercice

L'incendie : continuer à progresser

06

Sommaire

Mon regard

01

02

03

04

05

06

07

08

09

10

Annexes

Abréviations

LA SITUATION DANS LES DEUX PARCS

La performance du parc français s'est légèrement dégradée en 2020, avec 8 EIMM (événements incendie marquants et majeurs) et 66 événements mineurs, tout en demeurant dans la tendance positive de ces dernières années.

Le parc britannique n'a enregistré aucun événement marquant et majeur en 2020. Le nombre d'événements mineurs a baissé pour atteindre 22 (26 en 2019). On ne peut pas comparer directement les indicateurs des deux parcs car les critères de classification des événements diffèrent.

Depuis de nombreuses années, la majorité des dégagements de fumée (sans flamme) sont d'origine électrique dans les deux parcs (50 % en France et 73 % au Royaume-Uni), comme en Europe (52 % des événements déclarés au Centre de WANO Paris).

J'invite à amplifier les efforts engagés pour fiabiliser les principaux matériels et systèmes électriques et à développer les échanges entre les deux parcs. La semaine de la prévention incendie, programmée simultanément en France et au Royaume-Uni en 2021, devrait être source d'initiatives communes.

LA MAÎTRISE DES RÉFÉRENTIELS DE CONCEPTION

En ce qui concerne l'incendie, la sûreté repose sur la sectorisation des locaux et la séparation des voies. La conception a régulièrement progressé : évaluations plus fines des charges calorifiques des matériels, amélioration des matériaux des portes coupe-feu et de rebouchage des trémies, installation de colonnes sèches, modélisation plus complète des effets d'un incendie (effets induits par les fumées et par la pression, propagation par les gaz imbrûlés, etc.), modifications pour éviter certains ordres intempestifs du contrôle commande en cas d'incendie (*cf. chapitre 8*).

En France, les exigences réglementaires liées à la sécurité des personnes et à l'environnement ont longtemps été moins bien appréhendées que celles relatives à la sûreté. Il convient de poursuivre le mouvement engagé pour y remédier. Les évolutions d'exigences

¹⁹ Maîtrise du risque incendie, projet de la DPN.

²⁰ Zone sécurisée en amont des escaliers.

et les progrès des connaissances sont intégrés dans des projets dédiés, MRI¹⁹ par exemple, et à l'occasion des visites décennales. Lors de la VD4 900, de nouvelles méthodes de modélisation ont été adoptées, des études probabilistes incendie ont été réalisées pour la première fois et des améliorations ont été décidées.

Le comité incendie, dont l'animation par la Direction technique de la DIPNN a été renforcée, rassemble les experts et les référents de l'ingénierie. Il vise à mieux prendre en compte les connaissances techniques et réglementaires et à harmoniser les référentiels.

Au Royaume-Uni, la conception initiale des premiers AGR n'intègre pas la séparation physique des voies et les dossiers de sûreté reposent davantage sur la lutte. Néanmoins des modifications ont été réalisées pour installer des murs de séparation, rénover les systèmes d'extinction incendie et améliorer la tenue au feu des bâtiments.

Pour les EPR britanniques, le design intègre des exigences particulières de la réglementation : prise en compte des aggraves et cumuls, installation de *lobbies*²⁰ par exemple.

LA PRÉVENTION : DES EFFORTS À NE PAS RELÂCHER

Si la maîtrise des charges calorifiques s'améliore, elle reste une préoccupation déjà identifiée dans mes rapports précédents. Le personnel n'a pas suffisamment connaissance des vraies contraintes liées aux charges calorifiques. Les notes d'études de sectorisation permettent d'évaluer la durée de feu, compte tenu de ces charges calorifiques. Mais les sites ont des difficultés à les exploiter en l'état (pas de vision, local par local). Je me réjouis de la bonne initiative d'un CNPE de réviser ces notes en y intégrant les charges calorifiques maximales autorisées et leur colisage (emplacement des stockages) dans chaque local.

Au Royaume-Uni, pour répondre aux exigences de sûreté, le volume maximal de charges calorifiques stockables dans chaque zone a été calculé. Toute intervention dans ces zones doit s'assurer que

cette limite est respectée. Mais, comme en France, le personnel ne prend pas suffisamment en compte ces exigences. EDF Energy a récemment mis en place une application intranet pour piloter les stockages temporaires, depuis l'émission de la demande jusqu'à l'approbation par le coordinateur sûreté incendie. Grâce à cette bonne pratique, des améliorations sensibles ont été constatées, en particulier lors des arrêts de réacteurs pour maintenance.

Quatre incendies significatifs

Entre janvier 2015 et décembre 2018, WANO Paris a identifié quatre événements significatifs rapportés par ses membres, dont trois chez EDF :

- un feu de titane se développe lors d'un retubage de condenseur utilisant une torche à plasma, sans analyse de risque suffisante ;
- lors d'une activité de maintenance, huit armoires d'excitation de l'alternateur sont détruites ; le feu dure une heure et demie ; or un incendie similaire avait déjà touché ces armoires ;
- un incendie dans l'armoire d'alimentation d'un onduleur provoque un arrêt automatique et une injection de sécurité intempestifs ; une maintenance préventive inadéquate et le vieillissement des matériels en sont les causes identifiées ;
- la destruction du stator de l'alternateur, suite à un arc électrique, entraîne un arrêt de 134 jours ; la cause est un défaut de montage d'un joint boulonné.

À la DPN, le maintien de la sectorisation, en progrès, reste un point de vigilance. Le référentiel concernant les secteurs de feu à fort enjeu de sûreté (les 5 SFS à enjeu représentent 60 à 70 locaux par réacteur) exige une application rigoureuse et exemplaire des règles de prévention. L'Inspection nucléaire de la DPN observe moins d'écarts. Les siphons de sol contribuent à la sectorisation pourvu que leur garde d'eau soit maintenue à un bon niveau. Pourtant, cet aspect est insuffisamment intégré dans les pratiques et les organisations.

LA LUTTE CONTRE L'INCENDIE SE RENFORCE

Les installations sont conçues de manière qu'en cas d'incendie, la sûreté est maintenue par une série de dispositions matérielles suffisantes même en l'absence d'intervention des pompiers. Le développement d'un incendie doit néanmoins être maîtrisé pour en limiter les conséquences sur la sûreté et aussi sur la sécurité, l'environnement et le patrimoine.

En France, si le feu est de faible ampleur, et sous réserve que les conditions de sécurité le permettent, les équipes d'intervention d'EDF

tentent de l'éteindre avant qu'il se développe. Si le feu se développe, leur action consiste essentiellement à le contenir, l'attaque du foyer étant prise en charge par les sapeurs-pompiers.

Les équipes d'intervention d'EDF ont nettement progressé grâce aux entraînements et exercices. À la conduite, les délégués sécurité en exploitation ont généralement intégré leur rôle de chef des secours. Les nouveaux embauchés ont bien compris les enjeux de la lutte. Les formations de l'IFOPSE, très concrètes, sont de qualité et appréciées. La mobilisation de deux agents de terrain, au lieu d'un seul jusqu'à présent pour les levées de doutes en cas d'alarme, accroîtra leur sécurité et facilitera une première action rapide, souvent déterminante.

Toutefois, je constate que les directeurs des secours (PCD2) n'ont pas toujours la compétence suffisante en incendie pour appuyer les chefs des secours. Leur programme de formation (un module initial d'une journée et des recyclages triennaux réalisés par l'IFOPSE) n'est pas respecté, du fait des contraintes professionnelles des PCD2. Il mériterait d'être adapté.

Des exercices communs associant les SDIS²¹ sont organisés dans les CNPE. Les délais d'intervention du SDIS dépendent des sites et des circonstances. En effet, l'essentiel de leurs forces est constitué de sapeurs-pompiers volontaires (SPV) dont le nombre et la disponibilité en heures ouvrables sont variables.

Je note avec satisfaction les récents engagements de la DPN de faire progresser l'organisation de la lutte :

- éviter de solliciter inutilement les SDIS (jusqu'à 39 sollicitations sur un an par un CNPE), en réalisant les levées de doutes dans le délai maximal d'appel des secours extérieurs ;
- disposer, dans le site en heures ouvrables, d'équipes de pompiers volontaires EDF aptes à compléter les équipes du SDIS.



Entraînement à l'IFOPSE

²¹ Service départemental d'incendie et de secours.

L'IFOPSE

L'Institut de formation à la prévention et à la sécurité a été créé en 1983 sur la base d'une formation inspirée de la Marine. L'IFOPSE est devenu filiale d'EDF SA en 2009. Même si EDF représente 60 % de son activité, l'IFOPSE travaille pour d'autres entreprises à risque et prête ses installations aux pompiers du SDIS 56 (Morbihan). En 2019, il a formé 28 000 stagiaires. Tous les agents de conduite y sont formés pendant une semaine tous les deux ans.

Les activités d'ingénierie se développent, en particulier pour Hinkley Point C.

Deux centres sont opérationnels, à La Roche-Bernard et aux Avenières. Ils disposent d'installations très complètes. Les locaux les plus récents offrent un plus grand réalisme, par exemple un environnement de type BAN (bâtiment des auxiliaires nucléaires). La maquette d'une salle des machines est assez vaste et couvre plusieurs étages.

J'encourage la DPN à renforcer le dialogue avec les SDIS pour assurer partout le respect des délais d'intervention et traiter de manière constructive les singularités géographiques.



Matériel pour les équipes d'intervention britanniques

Au Royaume-Uni, le personnel de conduite est formé, entraîné et qualifié pour lutter directement contre l'incendie dans la première heure ou jusqu'à l'arrivée des pompiers. Ce système permet une intervention rapide, y compris sur des foyers notables.

La plupart des sites disposent de leurs propres moyens de formation. Les exercices, réalisés dans des conditions réelles de chaleur et de fumée, incluent le port du masque respiratoire et l'utilisation des moyens de lutte. Les pompiers professionnels y assistent.

En 2020, EDF Energy Nuclear Generation a élaboré un livret pour aider les services publics d'urgence à comprendre les spécificités de la lutte contre l'incendie dans les sites nucléaires. Il présente l'organisation d'urgence du site et les risques spécifiques à une intervention en zone contrôlée. Je soutiens cette approche, à la fois comme une aide à la formation et un aide-mémoire à l'usage de tous les intervenants extérieurs dont beaucoup ne connaissent pas suffisamment les lieux.

UNE MEILLEURE PRISE EN COMPTE DU RISQUE D'EXPLOSION DE GAZ

L'agression explosion interne concerne les fuites d'hydrogène utilisé pour refroidir l'alternateur et, dans les réacteurs à eau pressurisée, réguler la chimie du circuit primaire. De l'hydrogène peut aussi se dégager des batteries. Dans les AGR, le méthane utilisé pour protéger le modérateur graphite est aussi source d'explosion potentielle. Ces gaz sont stockés dans des bouteilles et circulent à l'intérieur ou à l'extérieur des bâtiments.

En France, l'explosion de gaz inflammables est considérée à deux titres :

- l'agression « explosion interne » au titre de la sûreté,
- l'ATEX (règlementation concernant les atmosphères explosives), au titre de la sécurité.

Ces deux risques sont abordés dans deux réglementations complémentaires. Il est positif qu'EDF SA ait engagé des études et des moyens notables pour se mettre à niveau, bien que cela ait tardé.

EDF SA mène un nombre important d'études pour mieux prendre en compte ces risques, en particulier dans le cadre du réexamen VD4 900. Par exemple, les hypothèses de localisation des fuites dans les circuits ont été revues : on considère dorénavant des fuites dans toutes les portions et non plus seulement aux endroits démontables. Les conséquences sur la sûreté ont été analysées et des études probabilistes de sûreté, effectuées. Là où c'est nécessaire, la liste des locaux à risques a été revue et des modifications de l'installation, des procédures et des programmes de contrôle ont été réalisées.

La veille réglementaire, insuffisante, n'a pas permis d'anticiper l'évolution des exigences. Par exemple, la mise à niveau de la salle des machines, dont les travaux ont duré de nombreuses années, pourrait nécessiter des compléments pour intégrer les dernières évolutions réglementaires. Toutefois, les DRPCE (Documents relatifs à la protection contre les explosions) ont été mis à jour par les CNPE.

Au Royaume-Uni comme en France, les conséquences d'un incendie sur la sûreté sont analysées lors des réexamens périodiques qui peuvent

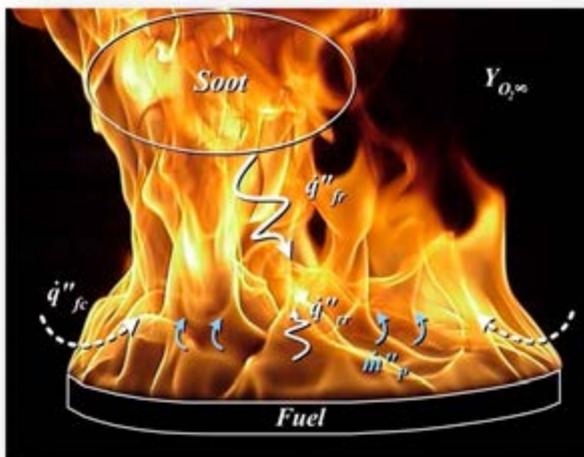
conduire à modifier l'installation ou les procédures. Les exigences de sécurité sont regroupées dans la réglementation DSEAR (*Dangerous Substances and Explosive Atmosphere Regulations*). À la suite d'un audit de conformité des locaux lancé par EDF Energy, 1 600 écarts ont été détectés dans le parc. Les actions prioritaires ont été réalisées. J'encourage EDF Energy Nuclear Generation à solder rapidement l'ensemble des écarts, modifications ou justifications en l'état.

Pour assurer leur sécurité face au risque d'explosion, les intervenants des deux parcs appliquent les mêmes règles avant de pénétrer dans un local à risque : port d'équipements de protection et d'un détecteur, utilisation d'outils spéciaux.

Il apparaît que le risque d'explosion est désormais mieux apprécié dans ses deux volets, sûreté et sécurité. Il reste à totalement prendre en compte, dans les études de conception du nouveau nucléaire, les progrès réalisés dans les parcs : chercher à réduire dans les bâtiments le terme source en gaz explosifs, la longueur des tuyauteries les véhiculant et le nombre de locaux concernés.

UN AMBITIEUX PROGRAMME DE RECHERCHE ET DÉVELOPPEMENT

De nombreux travaux sont menés par la R&D d'EDF dans les domaines incendie et explosion.



Modélisation de flamme à la R&D d'EDF

Le projet incendie 2021 est ambitieux et mobilise des experts de haut niveau. Il vise notamment à évaluer les effets de pression dus aux incendies, la production et l'impact des suies sur les matériels, la physique des feux confinés, etc. Il dispose de moyens importants

et développe des modélisations de haut niveau. Il s'appuie sur des moyens d'essais remarquables à différentes échelles (matière, composants et locaux à taille réelle).

La R&D d'EDF a développé des codes numériques reconnus : Magic, pour caractériser et modéliser les feux, Saturne, en complément pour les grands volumes et les géométries complexes. L'installation expérimentale Ignis, dont la mise en service est prévue en 2021, permettra des essais en grandeur réelle. Les collaborations sont nombreuses avec d'autres centres de recherche.

Le projet explosion, lancé en 2020, devrait contribuer à une meilleure modélisation de la dispersion et des transferts d'hydrogène. Il s'appuie sur FLACS (*Flame Accelerator Simulator*), code de calcul du marché qui fait référence. Des collaborations avec des centres d'expertises ont aussi été lancées.

LE MANAGEMENT DU DOMAINE INCENDIE : UN PILIER À CONSOLIDER

Maintenir de hauts standards en matière d'incendie nécessite des efforts constants des managers et du personnel : tous portent une responsabilité individuelle pour maîtriser ce domaine.

En France, les équipes incendie dans les sites intègrent le plus souvent le chargé d'incendie, le chargé de sectorisation et l'officier de sapeur-pompier professionnel (OSPP). La gestion prévisionnelle des emplois et des compétences des chargés d'incendie est un point sensible : le vivier trop réduit conduit à régulièrement y nommer de jeunes ingénieurs sans expérience.

À EDF SA, la culture incendie a progressé, en particulier dans les nouvelles générations de la conduite. Les OSPP la jugent d'ailleurs supérieure à celle d'autres entreprises. Il serait souhaitable de trouver un élan semblable chez les prestataires.

Je souhaite que le retour d'expérience soit plus dynamique, en particulier dans le domaine organisationnel. La DPN est encore trop souvent en réaction aux sollicitations de l'ASN et n'est pas suffisamment proactive pour tirer profit des analyses des événements significatifs. Ainsi, le feu d'hydrogène dans un parc à gaz, survenu en 2020 dans un CNPE, n'est toujours pas intégré dans les formations.

Le schéma de sécurisation incendie s'appuie sur une grille d'auto-positionnement qui compte 24 items pour évaluer les trois leviers de fiabilité : organisations, geste professionnel, matériels. Cette recherche d'exhaustivité ne le rend accessible qu'à une minorité. Je suggère de le simplifier en s'attachant aux performances réelles.

Dans mes précédents rapports, je soulignais l'insuffisante prise en compte du risque incendie dans le chantier de Flamanville 3. Je me réjouis des progrès sensibles réalisés. La prise de conscience est visible. La cellule incendie est sollicitée en appui de manière régulière. De plus, Flamanville 3 compte une dizaine de pompiers volontaires ; un centre secours et feu, armé par des pompiers volontaires du site, est opérationnel à Flamanville 1/2/3.

Au Royaume-Uni, le *Fleet Manager* sécurité incendie anime l'amélioration continue de l'ensemble de la flotte. Dans les sites, un coordinateur de la sécurité incendie pilote la mise en œuvre des référentiels et des ingénieurs sont chargés des systèmes de détection et d'extinction dont la fiabilité progresse. De plus, l'état des installations continue de s'améliorer.

Les ingénieurs système ont besoin d'un appui de l'ingénierie centrale pour traiter des dossiers de sûreté et des modifications. Mais, compte

tenu de la charge de travail, ces études sont souvent retardées. Le groupe d'utilisateurs des systèmes d'incendie, lieu de partage des bonnes pratiques et d'expertise, ne se réunit pas suffisamment ; j'attends qu'il retrouve une bonne dynamique.

Dans chaque site, l'équipe FSAT (*Fire Safety Action Team*) a pour rôle de catalyser la sécurité incendie, elle rassemble toutes les personnes impliquées. Les comités incendie les plus efficaces sont généralement présidés par un membre de l'équipe de direction. J'encourage tous les sites à faire de même.

Les performances du domaine incendie sont évaluées par un indicateur composite, le FSFI (*Fire Safety Focus Index*). Pour mieux appréhender la situation, je suggère d'y intégrer le stockage non conforme des charges calorifiques, ainsi que le nombre total de fuites d'huile, encore trop élevé.

MES RECOMMANDATIONS

Afin d'améliorer la maîtrise du risque incendie, je recommande aux directeurs de la DPN et d'EDF Energy Nuclear Generation de mettre l'accent sur :

- la bonne gestion des charges calorifiques en France et au Royaume-Uni ;
- le maintien exemplaire de la sectorisation en France ;
- la disponibilité des systèmes de détection et de lutte au Royaume-Uni.

Depuis plusieurs années, les défauts électriques causent la majorité des départs de feu dans les deux parcs. Je recommande aux directeurs de la DPNT et d'EDF Energy Nuclear Generation d'accorder plus d'attention aux matériels électriques.

En France, l'amélioration de l'organisation de la lutte contre l'incendie demandera plus de pompiers volontaires dans les sites et une articulation renforcée avec les SDIS. Je recommande au directeur de la DPN de promouvoir activement le volontariat, en ciblant notamment les jeunes recrues.



EDF sous-traite la plupart de ses activités de maintenance et de modifications, compte tenu de la saisonnalité des arrêts pour maintenance et des spécialités nécessaires pour certaines interventions. Il en est de même dans l'ingénierie.

Les nombreuses anomalies de ces dernières années dans la qualité des prestations sous-traitées (études, fabrications, construction, maintenance) exigent de réexaminer les modalités de surveillance.

Prestataires, CNPE de Gravelines

Donner une dimension plus technique à la surveillance 07

La surveillance exercée au titre de la responsabilité de l'exploitant ne dispense pas les prestataires d'assurer leur propre contrôle.

En France, les textes réglementaires, arrêté qualité, arrêté INB, etc., demandent que tous les intervenants extérieurs qui réalisent des activités importantes pour la sûreté soient surveillés.

Les contextes réglementaires et les degrés de responsabilisation des sous-traitants diffèrent entre la France et le Royaume-Uni.

DANS LES SITES : DES ÉCARTS, DES PLANS D'ACTIONS

LA SURVEILLANCE CHERCHE ENCORE SA MATURITÉ TECHNIQUE...

Dans le Groupe, de nombreuses actions contribuent à améliorer la surveillance des activités sous-traitées.

Les plans de surveillance sont systématiques. Ils sont rédigés à partir des résultats des analyses de risque projet et du retour d'expérience, dont les non-qualités de maintenance.

En France, l'application Argos, disponible sur tablettes et récemment déployée dans les sites, sert à construire des programmes de surveillance à partir d'une bibliothèque. Elle permet de prendre des photos, de commenter et d'annoter des documents en temps réel. Plébiscitée par les utilisateurs, elle améliore la surveillance et en facilite les comptes rendus.

Le guide Maîtrise de la maintenance et des projets en exploitation définit les missions des chargés de surveillance et d'intervention (CSI), des chargés d'affaires (CA), des chargés d'affaires et de projet (CAP). Des réseaux d'animation des acteurs renforcent le partage des pratiques. Mais cette multiplicité d'acteurs fragilise la chaîne de responsabilité : les CSI cherchent un appui pour rédiger les plans de surveillance ; les CA ont beaucoup de tâches administratives à gérer ; les CAP sont focalisés sur le respect des délais. Les Équipes communes²², quant à elles, ont choisi un autre modèle et fusionné les rôles de CSI et CA.

Les embauches récentes ont rajeuni la population des acteurs de la surveillance mais ils n'ont pas toujours bénéficié d'un parcours professionnel leur permettant d'acquérir l'expérience nécessaire

au bon exercice de leur fonction. Certains sites choisissent de réinternaliser quelques activités afin de renforcer la maîtrise technique du personnel. Cette initiative, accueillie avec satisfaction par les intervenants d'EDF et les prestataires, me paraît pertinente.

Ces dernières années, des irrégularités de nature et d'importance très variables ont été détectées. Les principaux écarts concernent des points de contrôle technique ou de surveillance indiqués comme réalisés alors qu'ils ne l'étaient pas. Des plans d'actions ont été engagés. J'invite à poursuivre la mobilisation car elle a produit les effets attendus là où des dérives avaient pu s'installer.

Le traitement des irrégularités

À la suite d'écarts, la Direction industrielle de la DIPNN a défini une organisation pour traiter les CFSI (contrefaçon, falsification, suspicion d'irrégularités). Des correspondants ont été désignés dans tous les sites. Un espace collaboratif rassemble les documents de référence et capitalise le retour d'expérience. Les formations et les académies métiers vont être mises à jour. Les chargés de surveillance, les chefs d'exploitation et les ingénieurs sûreté seront également formés.

Au Royaume-Uni, la surveillance est pilotée dans les sites par des *Contract managers* pour les contrats de longue durée. Rattachés à la *Supply chain* et fédérés par une entité centrale, ils recherchent une relation constructive avec les sous-traitants. Comme en France, le niveau de surveillance dépend du type d'intervention et du risque. Les *Contract managers* s'assurent que les sous-traitants permanents réalisent leur propre surveillance en termes de sûreté, sécurité et assurance qualité. Ils sont régulièrement sur le terrain, le plus souvent avec le management du sous-traitant, et partagent les constats. Toutefois, ces visites gagneraient à être plus orientées sur l'aspect technique des interventions et à ne pas se focaliser exclusivement sur la sécurité et les conditions de travail.

Pour les autres contrats, les chargés de surveillance, qui appartiennent au service de maintenance, surveillent quotidiennement les interventions. Ils peuvent lever les points d'arrêt selon leur qualification.

²² Équipes mixtes ingénierie-exploitation chargées de réaliser les modifications dans les CNPE.

Le service projets, chargé des modifications, a ses propres surveillants et *Contrat managers*. Ces derniers n'ont pas le même niveau de formation et de qualification que ceux de la *Supply chain*. J'invite à y remédier dans un délai raisonnable.

Tous les surveillants, EDF Energy et prestataires, sont formés et qualifiés aux mêmes standards. Tous sont habilités par le *Maintenance manager* du site.



Intervenants de l'ULM

... ET PRÉSENTE PARFOIS UN BILAN CHARGES/RESSOURCES DÉSÉQUILIBRÉ

L'effectif des chargés de surveillance et d'intervention (CSI) ne prend pas suffisamment en compte les chevauchements d'arrêts ou le nombre croissant des activités réacteur en puissance. Certains métiers, comme la robinetterie et la chaudronnerie, semblent plus en difficulté. De plus, les horaires de travail des CSI ne s'adaptent pas toujours au rythme des prestations qui peuvent être en 2x8, 3x8 ou le week-end. Certains chargés d'affaires (CA) cumulent beaucoup de contraintes de préparation qu'ils n'arrivent pas à maîtriser suffisamment, comme le colisage ou les travaux en zone contrôlée.

L'Unité de logistique et de maintenance (ULM) a développé de solides capacités de surveillance, en volume et en compétences. Le parcours de ses CSI intègre aussi la réalisation d'activités. J'encourage les synergies qui se développent avec les CNPE pour améliorer la qualité de la surveillance dans les sites.

LA SURVEILLANCE DES ÉTUDES À LA RECHERCHE D'UN SECOND SOUFFLE

L'ingénierie surveille des activités réalisées par des bureaux d'études ou par des fournisseurs de matériels. La sous-traitance s'accroît, les prestations sous-traitées sont multi-métiers et les plateaux d'études intégrés se développent. L'articulation entre entités diverses (ingénieries d'EDF, Edvance, sous-traitants, Framatome, sociétés en participation, etc.) se transforme : la surveillance doit donc s'adapter.

Les analyses de risque, qui se développent, visent à construire des programmes de surveillance ciblés sur les points identifiés comme les plus sensibles et à solliciter les équipes compétentes. Cela est d'autant plus important que les programmes de surveillance ont parfois perdu de leur sens et deviennent trop procéduraux. Il conviendra ainsi de tirer les enseignements des difficultés rencontrées à Flamanville 3, comme la non-conformité des échangeurs RRI/SEC.

Je pense que les responsables de produit mis en place par la DIPNN (*cf. chapitre 9*) ont un rôle à jouer. En effet, leur connaissance du produit, du retour d'expérience (REX), des capacités industrielles etc. pourrait améliorer les analyses de risque et la pertinence des programmes de surveillance.

La surveillance n'est pas réalisée par des emplois dédiés à plein temps : les ingénieurs assurent cette activité dans leurs missions générales. Cette approche est positive car elle intègre mieux la dimension technique de la surveillance. Mais elle se heurte parfois à un manque d'expérience. J'encourage la poursuite des actions engagées en matière de formation et d'amélioration des procédures et guides d'aide à la surveillance. La ré-internalisation, même temporaire, de certaines études devrait aussi contribuer à renforcer les compétences du personnel chargé de la surveillance.

FABRICATION : CONTRÔLES SUR LE TERRAIN

Dans mon dernier rapport, j'avais souligné les travaux engagés par la Direction industrielle (DI) de la DIPNN pour améliorer la surveillance des fabrications. Ils se sont poursuivis en 2020.

Deux des cinq axes du plan excell (*cf. chapitre Mon regard*) cherchent d'une part à faire progresser le panel fournisseurs pour obtenir des produits conformes du premier coup, d'autre part, à faire évoluer les relations partenariales pour mieux les orienter sur les résultats. Le GIFEN y est associé.

LES PRINCIPES ÉVOLUENT

Il paraît nécessaire de poursuivre dans la voie d'une plus grande surveillance de la qualification des procédés de fabrication. J'en mesure la difficulté car le procédé peut ne pas concerner seulement EDF mais aussi d'autres donneurs d'ordre, et avoir été développé avant qu'EDF ne passe le contrat. Je suggère que la surveillance s'implique davantage dans l'examen des procédés des fournisseurs, sans contrevenir aux règles et aux usages de la propriété industrielle et de la confidentialité.

L'organisation de la surveillance fait intervenir de nombreux acteurs : le projet qui signe le programme de surveillance, le centre d'ingénierie qui pilote techniquement le contrat, la DI qui réalise la surveillance et en fournit les preuves, le fabricant (avec ses différentes entités) qui réalise ou fait fabriquer et contrôle la pièce, la Direction des achats qui assure la gestion contractuelle. Je suggère de veiller à ce que cette complexité ne dilue pas les responsabilités.



Contrôle d'un arbre de turbine, centrale de Heysham 1

Pour améliorer le contrôle qualité de la fabrication, le projet Hinkley Point C a décidé de ne plus s'appuyer uniquement sur les fournisseurs de rang 1 pour surveiller les fournisseurs de rang 2 ou 3. Des défauts de qualité sur des *liners* et des réservoirs confirment la pertinence de cette orientation. Je note que l'*Independent Nuclear Assurance* (INA) a aussi commencé à surveiller les fournisseurs de rang inférieur.

LA SURVEILLANCE DANS LES USINES ET LA DIMENSION TECHNIQUE : DEUX PRIORITÉS

Il arrive qu'EDF SA rédige des spécifications qui ne prennent pas assez en compte la faisabilité industrielle. Au bout du compte, on a peu de chances d'obtenir un matériel qui réponde aux besoins. La modification récente d'un dispositif de réfrigération d'armoires électriques du palier

1300 MWe illustre ce décalage. De même, certains fournisseurs d'équipements contactés par le projet Hinkley Point C ont, dans un premier temps, décliné l'offre au vu des spécifications.

Pour s'assurer de la faisabilité industrielle des spécifications génériques, la Direction technique de la DIPNN associe les fournisseurs et met à jour les référentiels d'ingénierie (RTI 2). La réussite de l'approvisionnement des vannes d'arrêt vapeur pour un AGR, alors même que ce type de produit n'avait pas été fabriqué depuis plusieurs décennies, confirme tout l'intérêt de travailler étroitement avec les fournisseurs.



Surveillance à Flamanville 3

Concernant les fabrications de Hinkley Point C, le plan de Framatome d'amélioration de la qualité a démarré en janvier 2020. Ses actions doivent pleinement être mises en œuvre sur le terrain. L'autorité de sûreté (ONR) s'y intéresse vivement et s'appuie sur l'INA pour une partie des observations. De son côté, la Direction industrielle de la DIPNN accroît les surveillances de l'ensemble des fabrications.

La baisse de compétences de certains fournisseurs, en particulier dans les domaines chaudronnerie, tuyauterie et robinetterie, nécessite une surveillance accrue qui demande des compétences techniques solides. Mais on m'a signalé un manque de disponibilité du bon profil de surveillants en usine, au bon endroit et au bon moment.

La culture de sûreté des fournisseurs mérite aussi d'être entretenue afin de toujours garder conscience des enjeux et des exigences du nucléaire. Je soutiens l'initiative d'une unité de la DIPNN qui compte engager des formations à la culture de sûreté avec ses fournisseurs.

Le réapprovisionnement d'une vanne vapeur

Les vannes principales d'admission vapeur d'un AGR devaient être remplacées. Elles n'étaient plus fabriquées depuis le milieu des années 60. De nombreux échanges techniques ont été organisés, à partir de septembre 2019, entre les experts d'EDF Energy et le fournisseur. La nouvelle conception de la vanne, imaginée conjointement, a minimisé les évolutions du design original, tout en intégrant les exigences de sûreté et les codes de fabrication actuels. Huit vannes ont été commandées, les premières doivent être livrées en janvier 2021. Le suivi de la fabrication a été renforcé à toutes les étapes.

DES PROGRÈS DANS LA CONSTRUCTION DE HINKLEY POINT C

Une meilleure surveillance aurait sans doute permis de détecter plus tôt certains défauts de montage dans le chantier de Flamanville 3. S'appuyant sur cette expérience, le projet Hinkley Point C a intégré des évolutions notables pour renforcer la détection des écarts. Par exemple, plus de 60 inspecteurs sont mobilisables 24h/24, 7j/7 dans le site. Les inspections sont menées selon une approche graduée suivant les analyses de risque.



Surveillance du ferrailage à Hinkley Point C

Je constate que le nombre de demandes d'adaptation (*Field Change Requests*) et de fiches de non-conformité (*Non Conformance Reports*) continue d'augmenter, malgré les efforts du JDO²³ qui reste un goulot d'étranglement dans le processus de validation. Beaucoup de demandes d'adaptations sont mineures et viennent de retards dans la fourniture des plans définitifs, ce qui empêche les sous-traitants de se préparer correctement. J'apprécie le travail engagé pour qu'ils disposent d'une plus grande autonomie dans le traitement de ces adaptations.



Contrôle d'un matériel électrique, CNPE de Bugey

LA RELATION AVEC LES PRESTATAIRES

La surveillance ne peut pas pallier toutes les faiblesses d'un fournisseur. Il est néanmoins préférable qu'elle s'exerce dans un climat de confiance. J'avais déjà souligné, dans mon rapport 2017, les effets positifs d'une plus grande intégration des prestataires. Celle-ci, manifeste au Royaume-Uni, est facilitée par un contexte législatif différent.

Au Royaume-Uni, les prestataires permanents font totalement partie de la vie du site et de ses instances de pilotage. Ils suivent les mêmes formations que les salariés d'EDF Energy, comme les formations au leadership et à la performance humaine. Ils participent aux visites de terrain et sont totalement intégrés dans le programme *Managers in the field*.

²³ Ingénierie basée sur le site pour résoudre rapidement les problèmes rencontrés lors de la construction.

En France, j'observe des pratiques qui sont sources de progrès :

- la première VD4 900 à Tricastin doit en partie sa réussite à une grande implication des prestataires ;
- les coordinations régionales prestataires / EDF sont en place, mais leur champ est limité ;
- des entités de la DPN, PCC-EO²⁴ et PIRP²⁵, travaillent sur la convergence des formations EDF et prestataires (cf. chapitre 5) ;
- des sites organisent une réunion hebdomadaire entre les directions des prestataires et du CNPE ;

- la crise sanitaire a aussi développé des liens très appréciés (cf. chapitre 2).

Le cadre législatif français ne permet pas une totale intégration des prestataires dans les équipes d'EDF SA. Néanmoins, il n'interdit pas une approche partenariale avec les prestataires, qui n'est toujours pas au niveau souhaitable. Je suggère de poursuivre les démarches et de rechercher toutes les opportunités pour construire des partenariats durables.

MES RECOMMANDATIONS

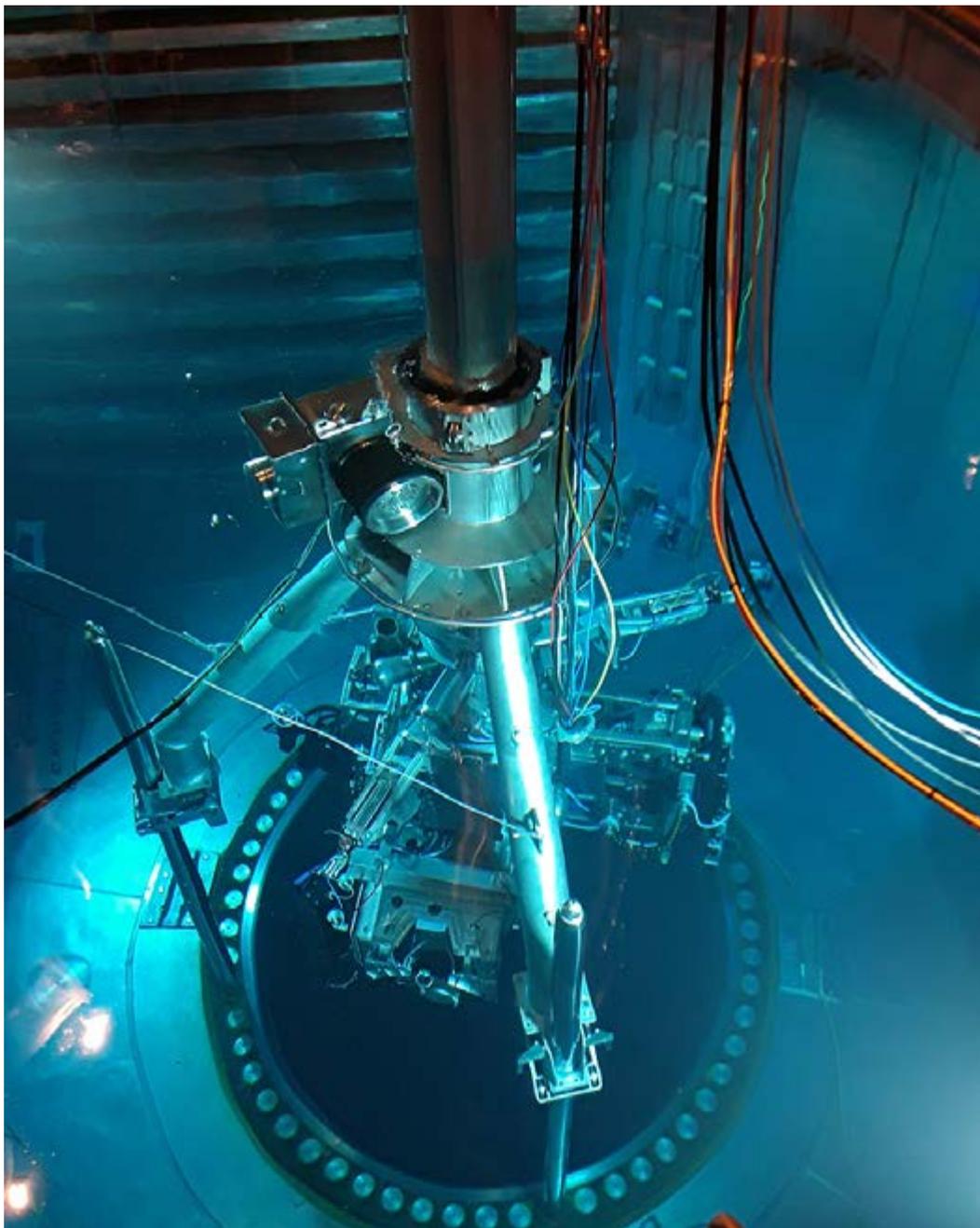
Compte tenu de l'importance de la composante technique dans la surveillance, je recommande aux directeurs de la DPNT, de la DIPNN et d'EDF Energy :

- de mener à son terme l'intégration d'une dimension plus technique dans la surveillance en usine ;
- d'ajuster et de piloter la répartition entre faire et faire-faire afin de renforcer les compétences techniques des chargés de surveillance, dans les sites et en ingénierie.

Un climat de confiance crée des conditions favorables à la performance et à la qualité. Je recommande aux directeurs de la DPNT et de la DIPNN de développer des relations partenariales avec les prestataires dans un contexte de charge industrielle importante.

²⁴ Pôle compétences, conseil, efficacité des organisations.

²⁵ Politique industrielle, relations prestataires.



Machine d'inspection en service, CNPE de Tricastin

Le parc français est engagé dans un renforcement significatif de la sûreté des réacteurs. Les travaux des deux premières visites décennales (VD4) ont été menés à bonne fin à Tricastin et à Bugey à l'échéance de leurs quarante ans.

Cet énorme programme sollicite les ingénieries, les sites et les sous-traitants aux limites de leurs capacités. Et ce d'autant plus que vont se chevaucher le 4^e réexamen de sûreté et les VD4 du palier de 900 MWe, la fin des VD3 et la préparation du 4^e réexamen du palier de 1300 MWe, la fin des VD2 et la préparation des VD3 du palier N4.

Les VD4 : un effort sans précédent pour la sûreté

08

Ce chapitre est consacré aux 4^{es} réexamens de sûreté des réacteurs français. La flotte britannique, AGR et Sizewell B, est abordée dans les chapitres 3 et Mon regard.

LES VD4 DU PALIER 900 MWE

Les REP font preuve d'une grande robustesse et de beaucoup de stabilité : il est donc naturel, comme dans bien d'autres pays, de prévoir de les exploiter longtemps. Quarante ans ayant été pris comme hypothèse de conception de certains matériels, EDF et l'ASN ont fait de la VD4 une échéance particulière, avec un effort supplémentaire de contrôle de conformité et d'améliorations de sûreté. Y sont aussi intégrées des modifications post-Fukushima, dont les leçons ont irrigué le réexamen de sûreté.

Pour lisser les études et la charge industrielle, les modifications ont été réparties en lots. Ainsi les VD4 900 comprennent un lot A principal réalisé à l'occasion des VD, qui comporte la majorité des modifications de sûreté, un lot B effectué deux ans après et un lot complémentaire qui intégrera les modifications décidées ultérieurement, notamment après les réunions des Groupes permanents²⁶. Ce dernier lot suivra le même calendrier que le lot B à partir de 2025.

UN PILOTAGE ADAPTÉ

La maîtrise d'ouvrage des VD et des modifications est désormais assurée par la DPN. Une organisation dédiée en assure la maîtrise d'œuvre : le Grand carénage (GK). Les ingénieries associées DIPDE et CNEPE sont chargées de la réalisation des modifications dans les sites. Un directoire « avis générique VD4 900 », présidé par le directeur de la DPNT, prend en main avec succès certains sujets difficiles qui convergeaient péniblement. Le programme GK apporte beaucoup de clarté dans les orientations ainsi que dans le pilotage des projets et des ingénieries.

Pour instruire les choix techniques et en assurer la cohérence, le concours de la DESA (*Design Authority*) est à saluer. J'observe de grands progrès des ingénieries, plus à l'écoute de l'exploitant et alignées sur les priorités du GK, ce qui a contribué à la réussite de la VD4 tête de série à Tricastin. L'élaboration dans les temps de

la documentation de site par les services centraux de la DPN et l'ingénierie reste néanmoins difficile.

La R&D appuie fortement le réexamen. Je souligne le haut niveau des équipements et des études. Il en est ainsi de l'installation expérimentale Ignis (cf. chapitre 6), des travaux sur les filtres des puisards à Chatou (dont une maquette d'un fond de bâtiment du réacteur), de Vercors (maquette à l'échelle 1/3 d'une enceinte de confinement d'un réacteur de 1300 MWe), de la boucle d'étude de l'encrassement des générateurs de vapeur, des essais de vieillissement de matériaux aux Renardières. De même, le département TEGG²⁷ a mis au point des composites pour étanchéifier les enceintes du palier 1300 MWe et des bétons de protection du radier, en cas d'accident grave.

Réexamens de sûreté et visites décennales

Conformément aux standards internationaux, le Groupe réexamine la sûreté de ses réacteurs tous les dix ans :

- vérification de la conformité des réacteurs au rapport de sûreté et aux référentiels applicables ;
- examen de leur sûreté au regard du retour d'expérience, du progrès des connaissances, de l'évolution des technologies et des dispositions appliquées dans les nouveaux réacteurs.

En France, chaque réexamen de sûreté a vu des améliorations significatives. Les réexamens consistent en une phase générique portant sur le modèle standard du palier et en une phase particulière à chaque réacteur. Celle-ci est liée à sa visite décennale (VD) pendant laquelle sont réalisés la majorité des contrôles (en particulier inspection de la cuve, épreuve hydraulique du circuit primaire, épreuve enceinte), remises en conformité et modifications.

Au Royaume-Uni, les objectifs de chaque réexamen sont arrêtés avec l'ONR pour l'ensemble des réacteurs. Concernant les AGR, le réexamen proprement dit est ensuite mené par paire de réacteurs, car les *designs* varient d'une centrale à l'autre. Les 1^{er} et 2^e réexamens de sûreté ont vu l'essentiel des modifications des AGR. Le 3^e, qui vient de s'achever, s'est concentré sur la prise en compte de la robustesse des processus et des facteurs humains.

²⁶ Groupes permanents d'experts placés auprès de l'ASN.

²⁷ Techniques de réalisation et expertise en génie civil et géosciences rattaché à la Direction industrielle de la DIPNN.

L'instruction du réexamen de sûreté avec l'IRSN a été très lourde (ne va-t-on pas trop loin ?) et de grande qualité technique. Plusieurs dizaines de modifications supplémentaires sont néanmoins apparues en fin de réexamen ; certaines paraissent justifiées mais un tel volume à ce stade pose question. Son effet sur la charge perturbe aussi les études du 4^e réexamen du palier 1300 MWe.

Une concertation publique a été menée sous l'égide du HCTISN²⁸, sur proposition d'EDF, en amont des enquêtes publiques prévues pour chaque VD4. Les réunions locales ont connu une très bonne participation. L'exercice me semble s'être déroulé à la satisfaction générale. Il sera reconduit à l'occasion des VD4 1300.

UN GROS EFFORT DE VÉRIFICATION DES INSTALLATIONS ET MATÉRIELS

Tous les matériels peuvent être remplacés sauf la cuve et l'enceinte. À chaque VD sont examinés la cuve (inspection par ultrasons et test d'éprouvettes irradiées), l'enceinte (épreuve d'étanchéité et auscultation) et de très nombreux matériels.



Salle des machines, CNPE de Bugey

Les générateurs de vapeur continuent de faire l'objet d'une attention soutenue : contrôles en service, modélisation de l'encrassement, nettoyages chimiques, remplacements. J'estime nécessaire de tenir les échéances du programme de remplacement.

Les coudes moulés du circuit primaire, dont la sensibilité au vieillissement thermique est connue, font aussi l'objet d'un programme

de vérification et, le cas échéant, de remplacement. Certains de ceux qui joignent la cuve au circuit primaire vont arriver à échéance et ne peuvent être remplacés (dosimétrie trop forte) : le développement de méthodes de contrôle plus précises et de régénération par traitement thermique doit se poursuivre activement.

J'apprécie que l'on examine en VD4 des zones dans lesquelles on n'attendait *a priori* pas de dégradations, en particulier pour la première fois le tube de transfert des assemblages de combustible entre les piscines du BR et du BK. Les premières VD n'ont pas révélé de problèmes notables dans ces zones-là.

À la suite des nombreux écarts de conformité détectés ces dernières années, la VD4 comprend un programme considérable de recherche et de correction d'éventuels écarts supplémentaires (ancrages, supportages, assemblages boulonnés, relais électriques, protections contre les agressions, etc.) : les réacteurs verront ainsi leur sûreté confortée. Un large échantillon de matériels, composants électriques, câbles a également été prélevé ces dernières années pour statuer sur leur vieillissement.

Les équipements avaient été qualifiés aux conditions accidentelles pour 40 ans : en VD4 donc, soit on peut prouver leur qualification au-delà (c'est généralement le cas pour les composants métalliques), soit on les remplace (par exemple certains composants électriques).

Il est positif qu'en cas de brèche du circuit primaire, le non-colmatage des filtres des puisards par des débris issus des calorifuges ou des peintures soit en voie d'être justifié en toutes circonstances, grâce aux modifications des années 2000 (décuplement de la surface des filtres), à des essais, à des modélisations et au remplacement décidé des calorifuges les plus pénalisants.

D'IMPORTANTES AMÉLIORATIONS DE SÛRETÉ

Un volume considérable d'études de sûreté caractérise la VD4 :

- reprise de toutes les études de transitoires incidentels et accidentels, avec les connaissances physiques et les méthodes les plus récentes ;
- réexamen des niveaux d'agressions internes ou externes, notamment les inondations, l'incendie, l'explosion (*cf. chapitre 6*), les aléas climatiques ;
- extension du champ des études probabilistes (incendie, séisme, inondation, explosion).

Ces études approfondissent encore la connaissance des réacteurs, confortent le rapport de sûreté, renouvellent les connaissances, ce qui est très positif. À leur suite, les dispositions contre les agressions

²⁸ Haut comité pour la transparence et l'information sur la sécurité nucléaire.

internes ou externes, notamment d'origine climatique (inondation, frasil, grand chaud, etc.) sont renforcées : c'est un réel progrès.

De grandes modifications accroissent notablement la défense en profondeur, comme :

- les diesels d'ultime secours (DUS) qui améliorent significativement la prévention des pertes totales d'alimentations électriques. Je me réjouis que ce projet qui avait pris du retard soit arrivé à son terme ;
- l'adjonction d'une source d'eau ultime (pompage dans la nappe phréatique ou bassins) en cas de perte totale de la source froide ;
- l'ajout d'un nouveau train de refroidissement de la piscine du combustible (PTR bis), etc.

La piscine d'entreposage du combustible

Le bâtiment et la piscine d'entreposage du combustible (BK) ont fait l'objet d'un réexamen approfondi :

- transitoires incidentels et accidentels (à l'instar du réacteur) ;
- agressions (incendie, inondation interne et externe, explosion, séisme, chute d'avion) ;
- chute d'un emballage de transport dans le BK ;
- études probabilistes de sûreté.

Là où cela est apparu nécessaire, des modifications ont été programmées, par exemple l'ajout :

- d'un circuit d'appoint d'eau dans la piscine (associé à une source d'eau ultime), afin d'en assurer le refroidissement par ébullition – évaporation en cas de perte totale des systèmes de refroidissement (PTR) ;
- d'un train de refroidissement supplémentaire (PTR bis) avec une pompe et un échangeur mobiles.

La reprise complète de l'analyse de sûreté et les modifications qui en découlent améliorent fortement la sûreté de la piscine d'entreposage du combustible.

Pour maintenir le confinement et réduire les rejets en cas d'accident de fusion du cœur, la VD4 prévoit :

- un système de refroidissement dédié (EAS-u) afin d'éviter d'ouvrir le filtre à sable de décompression de l'enceinte (qui sera néanmoins conservé et renforcé pour résister au séisme) ;
- un dispositif d'étalement et de noyage passif du corium pour prévenir le percement du radier.

En complément, les moyens mobiles de la FARN (Force d'action rapide du nucléaire) peuvent apporter, en toutes circonstances, l'électricité, l'eau et les capacités de refroidissement nécessaires.

UN DÉROULEMENT DES VD4 SPÉCIFIQUE

La spécificité des VD4 900 tient au volume de travail (environ 5 fois celui de la VD3 en comptant l'ensemble des lots) et à la réalisation de l'essentiel des travaux « tranche en marche ». Tuyauteries, câbles électriques et matériels sont installés pendant que le réacteur fonctionne et sont ensuite raccordés pendant l'arrêt décennal. Elle tient aussi dans l'importance des travaux électriques : on crée *de facto* une 3^e voie électrique, imbriquée dans les 2 voies en place, afin de relier le diesel d'ultime secours aux équipements. Pendant la VD, la séquence (logigramme) des consignations, des connexions et des basculements de sources électriques est très complexe.

En outre, pour préparer la VD, des travaux de pose de câbles, d'installation de faux-planchers, d'ouverture de trémies, etc. sont réalisés réacteur en puissance dans des locaux électriques sensibles. Ce fut fait sans incident à Tricastin et à Bugey, grâce à une préparation et une surveillance renforcées. J'appelle à faire preuve de la même vigilance lors des VD suivantes (sectorisation, maîtrise des charges calorifiques, protection des armoires, etc.).



Études d'ingénierie à la DIPDE

La VD4 900 tête de série (TTS) de Tricastin a été bien menée. Outre l'énorme effort de préparation, ce succès est le fruit du travail collectif : décloisonnement des services, alignement sur le même objectif, relation très étroite entre l'ingénierie (Équipe commune du site, DIPDE) et le CNPE.

La 2^e VD à Bugey s'est aussi bien déroulée, grâce à la prise en main de son destin par le site. Cependant, la découverte de fissures sur la bache de tête du circuit des effluents, indépendante de la VD, prolonge considérablement l'arrêt.



Le CNPE de Tricastin

LE REX POUR PRÉPARER LES VD SUIVANTES

Après les deux premières, il reste 30 VD4 à réaliser : la cadence devra être tenue dans la durée. Et ce d'autant plus que s'y ajouteront bientôt les lots B et les lots complémentaires ainsi que les VD 4 du palier 1300 MWe. La charge industrielle du Groupe et des sous-traitants demande une attention particulière (cf. [chapitre Mon regard](#)).

L'industrialisation des VD4, c'est-à-dire la réutilisation des dossiers, méthodes, plannings des TTS, est donc indispensable. La DPN a lancé un projet dans ce sens et l'informatisation des dossiers élémentaires est en cours. Des bureaux d'études déportés sont prévus dans chaque site et je note que la DIPDE s'est engagée à apporter aux autres VD le même appui qu'à Tricastin et à Bugey.

Certains sites ont détaché du personnel à Tricastin pendant la VD pour aider le site et pour se préparer : c'est une bonne pratique. Il convient de la reproduire de VD en VD.

Les logigrammes électriques (cf. supra) méritent une attention particulière : ils ont demandé un travail considérable des TTS et de la DIPDE, il faut éviter de les refaire, mais chaque site doit se les approprier en profondeur afin de faire face à ses spécificités et aux imprévus.

À côté des modifications, le plus difficile à conclure fut l'examen de conformité des réacteurs (ECOT), la justification du maintien de la qualification des matériels au-delà de 40 ans, les dossiers réglementaires (DRR), la mise à jour documentaire. J'engage la DPNT à en tirer les leçons en termes d'organisation.

Tricastin, en préparation de la VD, a beaucoup décloisonné ses services. C'est une des voies de progrès les plus prometteuses pour résoudre certaines difficultés du parc et j'engage les autres sites à faire de même, partout où cela est nécessaire.

MAÎTRISER LA COMPLEXITÉ

Qu'en est-il de l'exploitant en sortie de VD ? Il a couru un marathon au rythme du sprint ; il a fini par obtenir la documentation et la mettre à jour ; les opérateurs ont été formés à chacune des modifications ; il démarre un réacteur différent, physiquement et dans les référentiels.

Les grandes modifications renforcent la défense en profondeur, la sûreté est aux standards récents, mais l'exploitation courante, qui n'est pas au centre du réexamen, ne bénéficie pas d'améliorations du même niveau. De plus les référentiels, la maintenance, les règles d'exploitation se complexifient. Un bon accompagnement est nécessaire pour se les approprier pleinement.



Préparation de VD, CNPE de Tricastin

Je ne suis pas sûr que les facteurs organisationnels et humains (FOH) soient assez intégrés dans les réexamens, surtout menés sur le champ technique et dans un esprit de « démonstration de sûreté ». Celle-ci, concentrée sur l'aspect formel des études d'accident, ne prend pas en compte tous les facteurs qui contribuent à la sûreté. Il me paraît essentiel de s'attacher davantage aux FOH, notamment aux risques de complexification par effet de cumul de modifications.

LES VD DU PALIER 1300 MWE

Pendant que le 4^e réexamen du palier de 1300 MWe démarre, les VD3 se poursuivent. Je note avec satisfaction que les modifications les plus importantes, comme la modernisation du contrôle commande, se déroulent bien grâce aux efforts de capitalisation des plannings et des dossiers d'un arrêt à l'autre. La 1^{re} des VD4, quant à elle, aura lieu en 2026.

L'exploitant a présenté le dossier d'orientation (DOR) du 4^e réexamen qui a été instruit par l'ASN. L'idée initiale était de se fonder sur la VD4 900, de l'avis général très complète et solide. Mais je note que, progressivement, les exigences et les demandes croissent : la VD4 1300 s'annonce plus lourde encore que la VD4 900. Il me semble essentiel de ne pas se disperser, de ne pas complexifier outre mesure le réexamen, les réacteurs, leur exploitation, et de se concentrer sur les études et modifications qui présentent un réel gain de sûreté.

Autant il est dans l'esprit des réexamens de considérer les caractéristiques des réacteurs nouveaux et de définir celles qu'il y aurait du sens à intégrer dans les réacteurs existants, autant il convient de résister à l'idée d'aligner ces derniers sur l'EPR partout où ce serait envisageable.

MES RECOMMANDATIONS

Le retour d'expérience, l'industrialisation, l'accompagnement des sites sont essentiels à la réussite des VD4 900 suivantes. Je recommande au directeur de la DPNT de mener à bonne fin le projet lancé dans ce sens.

Je recommande au directeur de la DPN de maintenir, à chacune des VD4 900, une vigilance particulière lors des travaux réacteur en puissance dans les locaux électriques et la salle de commande, afin d'en maîtriser les risques (AAR, incendie, etc.).

Les réexamens ont jusqu'à maintenant surtout été marqués par leur composante technique, traduite par de nombreuses modifications. Pour limiter les risques d'excessive complexification de l'exploitation, je recommande aux directeurs de la DPNT et de la DIPNN de prendre davantage en compte les facteurs organisationnels et humains dans les programmes d'études et de modifications.



Levage d'un anneau du liner, bâtiment réacteur 1 de Hinkley Point C

Dans le Groupe, plusieurs projets de réacteurs préparent le futur.

La conception, la fabrication et la construction sont le socle de la performance et de la sûreté.

Les équipes d'EDF et des entreprises partenaires jouent un rôle déterminant, par leur compétence, leur expérience et leur capacité à intégrer dans la conception les nécessités de l'exploitation du réacteur.

D'importants efforts visent à porter au meilleur niveau le tissu industriel, le pilotage des projets et les méthodes d'ingénierie.

Les défis du nouveau nucléaire au-delà de Flamanville 3 09

Au-delà du projet Flamanville 3 (FA3) et de ses enjeux déjà évoqués dans mes rapports précédents et dans le chapitre Mon regard, ce chapitre aborde les EPR au Royaume-Uni, Hinkley Point C (HPC) et Sizewell C (SZC), l'EPR 2 et le projet de SMR²⁹ NUWARDTM.

LES PRINCIPAUX PROJETS EPR EN COURS

HINKLEY POINT C : PRÉPARATION DES MONTAGES ÉLECTROMÉCANIQUES

Malgré la Covid-19, le chantier de Hinkley Point C, en extérieur à ce stade de construction, a continué grâce à des mesures de protection efficaces. En 2020, le projet a franchi des jalons importants, notamment la fin du bétonnage du radier de l'unité 2, fin mai.

Pour faire face au prochain défi des montages électromécaniques, des *Area Directors*, récemment nommés, sont responsables du planning et de la coordination dans leur zone (flot nucléaire, salle des machines, etc.). L'alliance MEH³⁰ qui regroupe les contractants chargés des montages électromécaniques monte en puissance.

L'organisation évolue, avec la création de nouvelles structures :

- le *UK Design Centre* réunit à Bristol des ingénieurs de la DIPNN, d'EDF Energy et de leurs partenaires des projets d'EPR ; il contribuera, au Royaume-Uni, à renforcer les compétences de conception, construction et mise en service et à préparer le soutien à l'exploitation ;
- le JDO (*Joint Design Office*), ingénierie basée sur le chantier, permettra, en lien avec le *UK Design Centre*, de résoudre rapidement les problèmes rencontrés lors de la construction ;
- le TCO (*Technical Client Organisation*) fédérera, à Barnwood, les ressources de NNB³¹ et d'EDF Energy Nuclear Generation pour assurer les revues de conception des nouveaux réacteurs (Hinkley Point C et Sizewell C) et un appui technique aux réacteurs en exploitation (AGR jusqu'à leur démantèlement, REP de Sizewell B puis EPR).

SIZEWELL C : LES PREMIERS JALONS

Plusieurs dossiers structurants ont été déposés en 2020, notamment le *Development Consent Order* en mai et la *Nuclear Site Licence*, fin juin. La décision d'investissement est prévue mi-2022. Je note la forte volonté de

²⁹ *Small Modular Reactor, petit réacteur modulaire.*

³⁰ *Mechanical, Electrical, Heating Ventilation and Air Conditioning.*

³¹ *Nuclear New Build.*

dupliquer le design de Hinkley Point C, ce qui est bénéfique à l'efficacité, à la maîtrise des coûts et du planning, à la qualité et donc à la sûreté.

Les différences de caractéristiques des sols et des paramètres maritimes (bancs de sable, faune et flore, marnage) nécessitent des adaptations, déjà identifiées. D'autres pourront apparaître dans la suite du projet en cas d'obsolescence de matériels ou de disparition de fournisseurs par exemple. Il conviendra de les limiter strictement.

EPR 2 : PRÉPARATION DU DOSSIER D'OFFRE

Les études se poursuivent, avec notamment la finalisation du rapport préliminaire de sûreté et du dossier d'offre complet d'ici à avril 2021.

Quelques sujets techniques restent à consolider : chute d'avion, exigences relatives aux circuits primaire et secondaire. Les échanges avec l'ASN se poursuivent.

Du point de vue industriel, une décision politique d'engager une série de réacteurs me paraît indispensable pour donner de la visibilité à la filière, consolider ses capacités industrielles et développer ses compétences, gages d'amélioration de la qualité.

LES EPR : DES PROGRÈS ET DES POINTS DE VIGILANCE

Les difficultés de Flamanville 3, le démarrage de Taishan et le début de la construction de Hinkley Point C fournissent de nombreux éléments de retour d'expérience (REX) en matière de conception, d'organisation, de savoir-faire des équipes, d'implication de l'exploitant, de relations avec les prestataires.

MAÎTRISER LES ÉVOLUTIONS DE CONCEPTION

Au fil du temps, les hypothèses et les exigences de sûreté de l'EPR ont évolué, système par système, entraînant une complexification de la conception et de l'exploitation future. En outre, la volonté initiale de standardiser les matériels ne s'est pas concrétisée.

Le projet EPR 2 vise à simplifier la conception, à améliorer la constructibilité et les conditions d'exploitation, à intégrer le REX des autres EPR et à réduire les coûts. Ces orientations sont favorables à la sûreté.

L'EPR 2

Cette version optimisée s'inscrit dans la continuité des EPR dont elle reprend les caractéristiques de sûreté et les principaux équipements.

Certaines options de l'EPR ont été révisées, par exemple :

- concevoir une simple enceinte de confinement, avec liner, résistante aux agressions externes ;
- supprimer le *two rooms concept* conçu pour la maintenance en puissance dans le bâtiment réacteur ;
- réduire le nombre de systèmes et de matériels ;
- redessiner les structures de génie civil ;
- optimiser et accroître encore la défense en profondeur, notamment dans les situations extrêmes (post-Fukushima).

Les performances de ce réacteur, notamment sa manœuvrabilité, sont ajustées pour s'adapter à un mix décarboné à forte composante d'énergies renouvelables.

La conception fait, autant que possible, appel à des matériels standards, sur étagère, et à l'utilisation systématique de catalogues telle que promue par le plan excell (cf. *chapitre Mon regard*). Ceci favorise la standardisation des équipements, bénéfique à la compétitivité, à la qualité de conception et de fabrication et à la maintenance.

Maîtriser les évolutions du design est essentiel. Les progrès initiés dans l'EPR 2, grâce à l'ingénierie système associée à un outil de PLM³², sont encourageants. La traçabilité des exigences permet de mieux identifier les impacts d'une modification avant de la valider.

Dans tout projet, une inflation du nombre de modifications nuit à la qualité : complexification du design, perturbations des études, de la fabrication ou de la construction. J'encourage donc une large reconduction d'un projet à un autre : Sizewell C à partir de Hinkley Point C, EPR 2 avec une série de plusieurs paires de réacteurs identiques.

STANDARDISER LES MÉTHODES ET LES OUTILS D'INGÉNIERIE

Avec les démarches Processus et Produits³³, la DIPNN cherche à améliorer et à standardiser des pratiques qui ont divergé dans le temps entre les unités et entre les projets.

Les 46 processus identifiés couvrent l'ensemble des activités du nouveau nucléaire, depuis la structuration du projet et son pilotage jusqu'au transfert à l'exploitant, en passant par l'ingénierie, les achats, la construction et la mise en service. La démarche est positive, mais

j'attire l'attention sur le risque de complexité d'une approche trop détaillée que les acteurs auraient du mal à s'approprier.

L'approche Produits vise à retrouver la standardisation qui a présidé à la construction des paliers du parc nucléaire et qui est devenue plus difficile avec l'EPR (une seule unité en France et des processus de *licensing* différents selon les pays). Le responsable de produit rassemble la connaissance du produit en fédérant de nombreux acteurs : experts, exploitants, équipes de R&D, d'études, d'estimation des coûts, de veille réglementaire, fournisseurs, etc. Son appui permanent aux équipes d'offres et de projets neufs devrait en améliorer la maîtrise technique. L'approche mériterait d'être étendue au parc en exploitation.

Ces démarches interagissent avec le programme de transformation numérique Switch. Ces changements indispensables ont un impact significatif sur les managers et leurs équipes, déjà très chargés. J'incite à rester pragmatique, à ne pas viser à l'exhaustivité et à stabiliser au plus tôt les méthodes et les outils.



Maquette du site de Sizewell C

On m'a aussi présenté plusieurs initiatives locales pour fiabiliser les études. C'est, par exemple, le cas de l'élaboration de plannings détaillés, partagés entre les acteurs, qui est fondamentale et se

³² Plant Lifecycle Management, logiciel de gestion des informations tout au long du cycle de vie.

³³ Un produit est un sous-ensemble fonctionnel ou géographique de l'installation.

généralise ; j'attire néanmoins l'attention sur la charge de travail pour mettre à jour des plannings de niveau 4. Les *Errors Reduction Tools* chez Edvance sont aussi une initiative positive.

En facilitant la validation du fonctionnement des réacteurs (régulations, procédures de conduite, etc.), les outils de simulation contribuent à la qualité des études. Je me réjouis de la mise en service du simulateur d'ingénierie EPR 2 aux fonctionnalités étendues.

SIMPLIFIER LES ORGANISATIONS, RENFORCER LE PILOTAGE DES PROJETS

La réalisation des études des projets EPR par les mêmes unités bénéficie au retour d'expérience et au développement des compétences. J'invite les entités concernées, particulièrement Edvance, qui connaît un fort développement, à rendre leur organisation plus simple, lisible et cohérente. Il convient aussi de développer davantage la responsabilisation individuelle de tous (cf. chapitre 3).

Concernant Hinkley Point C, l'organisation du chantier est remarquable depuis son ouverture : logistique, gestion des flux, etc. sont exemplaires. En 2020, le projet a pris plusieurs décisions favorables à l'amélioration des performances, qui peuvent être généralisées, comme prévu à Sizewell C. L'organisation des projets d'EPR au Royaume-Uni reste toutefois complexe et j'invite à limiter les interfaces et à fluidifier les prises de décisions transversales.

Mes rapports précédents soulignaient l'importance d'un contrôle indépendant de l'ingénierie et des projets du nouveau nucléaire. Les actions engagées doivent être poursuivies (cf. chapitre 3).

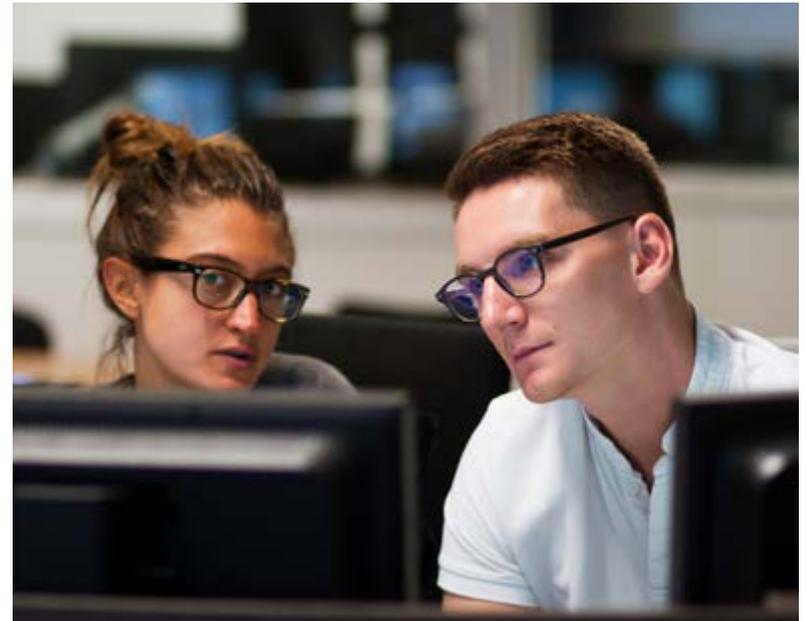
Par ailleurs, un renforcement du contrôle des grands projets a été décidé dans le cadre du plan excell et j'en suivrai les apports à la sûreté.

DÉVELOPPER LE SAVOIR-FAIRE DES ÉQUIPES

Lors de mes visites, je rencontre des personnes motivées, souvent enthousiastes, qui s'investissent fortement dans leur travail et cherchent à progresser. Leur charge est croissante et de nouveaux projets à l'export pourraient s'y ajouter. La pression, légitime, pour améliorer la productivité ne doit pas conduire à des raccourcis concernant la qualité.

Dans ce contexte, le développement des compétences en ingénierie et en pilotage de projets est vital (cf. chapitre 5). Un équilibre doit aussi être trouvé entre le nécessaire maintien des compétences encore indispensables au projet Flamanville 3 et les mobilités de personnel expérimenté vers d'autres projets.

Une part significative de l'ingénierie est confiée à des sociétés partenaires. Les choix d'externalisation sont souvent faits dans l'urgence, pour passer un pic d'activité. J'invite à identifier, avec une anticipation suffisante, la nature et le volume des activités à externaliser ou à conserver en interne : réaliser certaines études est un bon moyen de se professionnaliser (cf. chapitre 7).



Ingénieurs chez Edvance

RENFORCER L'IMPLICATION DE L'EXPLOITANT

Faire progresser la facilité d'exploitation doit être un objectif des futurs réacteurs. Intégrer l'exploitant dès la conception est essentiel pour tirer parti du retour d'expérience du parc. L'exploitant est présent dans l'équipe projet EPR 2 et dans ses instances décisionnelles ; j'apprécie sa plus grande implication en 2020 et la dynamique amorcée. Je note aussi l'important travail engagé pour s'assurer des capacités de manœuvrabilité du réacteur. En complément, j'invite à approfondir certains sujets : incendie, maintenance dont maintenance en fonctionnement, conduite, lignages, consignations, pièces de rechange, etc. La DPN doit veiller à la disponibilité des ressources nécessaires dans la durée.

Au Royaume-Uni, j'invite le *Technical Client Organisation* à tirer parti de son rôle d'appui au parc et aux projets neufs afin d'optimiser l'exploitabilité des futurs EPR.

DÉVELOPPER DES RELATIONS PARTENARIALES AVEC LES PRESTATAIRES

Le rôle des prestataires dans la qualité et la sûreté est essentiel. Dans mes rapports précédents, j'ai déjà évoqué la nécessité de mieux les intégrer. Des progrès ont été réalisés et il convient de les poursuivre.

Déjà mis en œuvre à Hinkley Point C, les contrats d'alliance, qui associent EDF Energy avec les partenaires, permettent une plus forte collaboration et un meilleur partage des risques et des bénéfices.

Impliquer les principaux fournisseurs en amont de la signature des contrats est aussi une bonne pratique. Les ECI, *Early Contractor Involvement*, aident les partenaires à mieux se comprendre et à anticiper le traitement de difficultés éventuelles en cours de chantier. Cette démarche, déjà lancée à Hinkley Point C, doit être étendue aux principaux fournisseurs de l'EPR 2.

Le travail en entreprise étendue se développe de manière prometteuse : il vise à associer les contractants pour faciliter le partage des données et le traitement des interfaces et pour harmoniser les pratiques. De plus, associer les entreprises à l'élaboration des référentiels techniques d'ingénierie garantit que les spécifications correspondent à l'état de l'art de l'industrie.

Grâce à sa vision intégrée de l'ensemble des contrats et au retour d'expérience des projets précédents, la Direction des achats du Groupe a simplifié les Conditions générales d'achat. Elle met aussi en place une ingénierie contractuelle, selon les analyses de risque menées avec les ingénieries. Les appels d'offres font plus souvent appel au dialogue compétitif et à la mieux-disance, ce qui incite les entreprises à progresser (compétences, encadrement, taux d'intérimaires par exemple) et favorise la qualité de leurs prestations.

Les politiques industrielles gagneraient à être encore plus alignées entre le nouveau nucléaire, le parc et la déconstruction. Il faut notamment veiller à consolider la vision des besoins du Groupe à long terme, à déterminer la meilleure façon d'y répondre et à donner aux prestataires une meilleure visibilité des attentes d'EDF.

LES DÉFIS DU SMR NUWARD™

UN CONCEPT INNOVANT

On compte plus de 70 projets de SMR dans le monde, dont une vingtaine de réacteurs à eau pressurisée. Les SMR marquent une rupture par rapport à l'approche qui vise à améliorer la compétitivité des réacteurs en augmentant leur puissance. Pour compenser l'absence d'effet d'échelle, ils s'appuient sur la modularité, l'effet de série et une recherche de simplicité. Ils offrent de très intéressantes caractéristiques de sûreté : leur petite taille et leur moindre puissance

facilitent leur refroidissement et augmentent leur autonomie en cas de perte des systèmes supports.

En raison de sa grande expérience en réacteurs compacts pour la propulsion navale, la France a de réels atouts pour développer des SMR.



Maquette de NUWARD™

Le SMR NUWARD™ se positionne en complément des réacteurs de forte puissance tel l'EPR : il est optimisé dans le segment 300-400 MWe pour le remplacement des centrales au charbon dans des pays dont les réseaux ne peuvent absorber de fortes puissances, pour des sites isolés en complément d'énergies renouvelables, pour du chauffage urbain, etc. De plus, il intègre des principes de conception prometteurs pour la sûreté : absence de bore, grand volume d'eau, systèmes passifs qui lui donnent une autonomie de plusieurs jours dans des conditions dégradées telles que la perte des alimentations électriques externes.

En France, les études ont débuté en 2010 et se sont intensifiées avec l'étude de faisabilité de 2017 à 2019. L'avant-projet sommaire est confié à une équipe projet réunissant EDF, TechnicAtome, le CEA et Naval Group, appuyés par leurs ingénieries respectives.

Des premiers échanges ont eu lieu avec l'ASN et l'IRSN. Le projet travaille désormais à la rédaction d'un dossier d'options de sûreté (DOS), en vue du *licensing* du produit permettant sa construction en France et sa vente à l'international.

Caractéristiques de NUWARD™

C'est un réacteur à eau pressurisée de génération III+, dont les principaux composants du circuit primaire, barres de contrôle, générateurs de vapeur compacts, pressuriseur, pompes primaires à rotor noyé sont installés à l'intérieur de la cuve. Celle-ci est placée dans une enceinte de confinement métallique immergée dans un bassin d'eau. Elle est conçue pour être préfabriquée en usine. L'îlot nucléaire est semi-enterré. NUWARD™ regroupe deux réacteurs indépendants d'une puissance cumulée de 340 MWe. Il est conçu pour fonctionner en base (puissance constante) ou en suivi de charge (puissance variable en fonction des besoins du réseau).

LES PROCHAINS CHALLENGES

Les réflexions concernant le montage industriel et le financement du projet sont en cours. Les responsabilités et l'articulation des compétences des différents acteurs seront la clé du succès.

Les innovations technologiques doivent être sécurisées afin d'assurer la faisabilité dans les délais, en particulier les générateurs de vapeur compacts à plaques, les systèmes de refroidissement passifs et les mécanismes immergés de commandes des grappes. Un programme de travail est bâti pour chaque sujet : adaptation de codes de calculs, modélisations, essais. J'encourage les partenaires du projet à mobiliser les ressources nécessaires et à lancer les campagnes d'essais sans tarder.

MES RECOMMANDATIONS

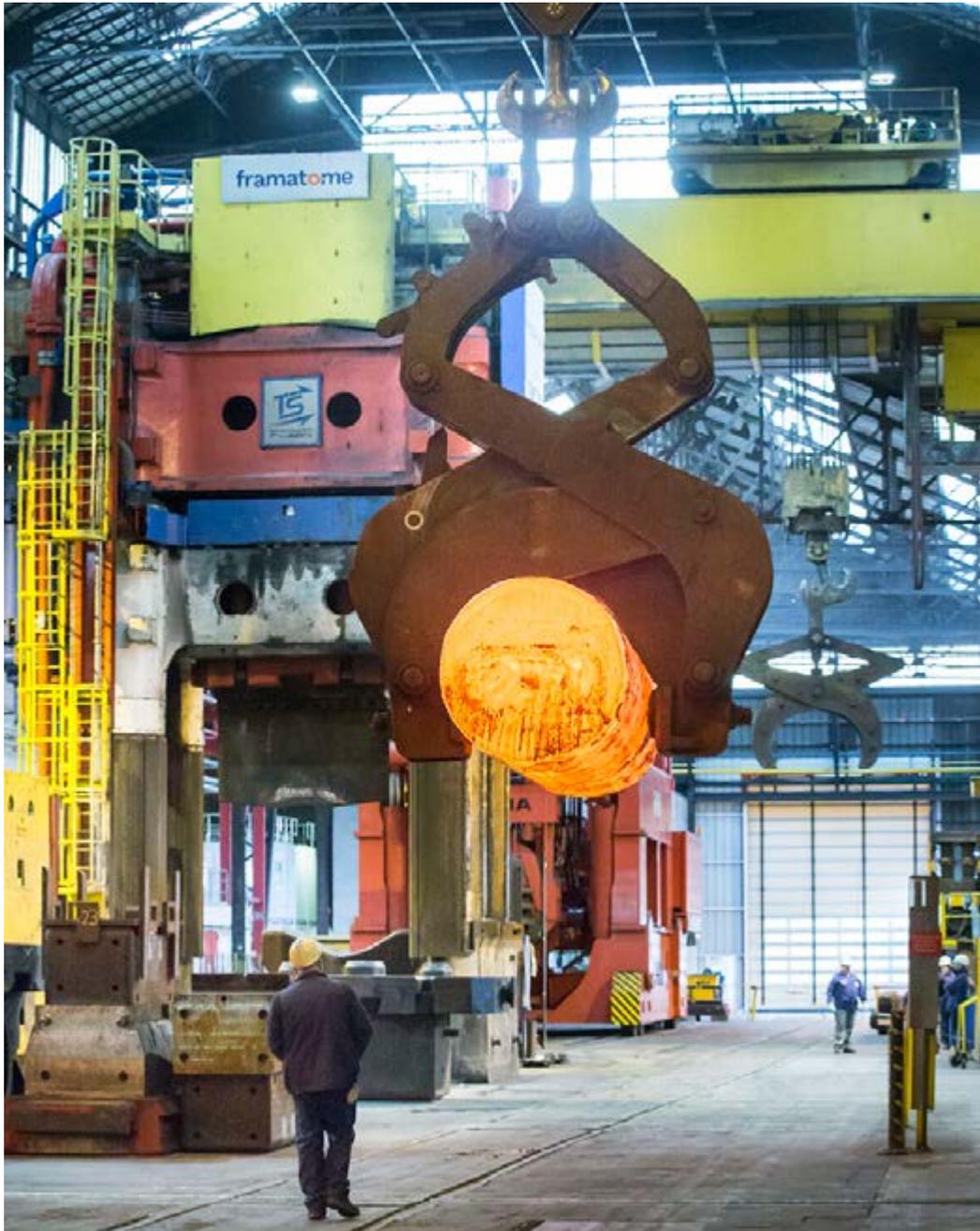
Des modifications de design doivent régulièrement être intégrées au cours des projets. Afin de les maîtriser, je recommande aux directeurs de la DIPNN et d'EDF Energy de poursuivre les efforts en vue de :

- stabiliser les référentiels de conception et répliquer au maximum le design d'un projet à l'autre ;
- standardiser les matériels comme engagé dans le plan excell ;
- harmoniser les méthodes et outils d'ingénierie au plus tôt.

En raison du rôle des prestataires dans la qualité et la sûreté, je recommande aux directeurs de la DIPNN et d'EDF Energy, avec l'appui de la direction des achats du Groupe, de :

- les sélectionner en donnant plus de poids à la capacité industrielle ;
- les responsabiliser à l'atteinte d'objectifs de qualité ;
- mieux les intégrer dans les phases de conception et de réalisation.

Les efforts lors de la conception des réacteurs portent sur les caractéristiques techniques, économiques et de sûreté. Je recommande aux directeurs de la DIPNN et de la DPNT de travailler ensemble pour que les nouveaux réacteurs marquent un progrès en matière d'exploitation.



La qualité de production, axe stratégique de Framatome, fait l'objet du plan Excell In Quality, déclinaison du plan excell d'EDF. Il concerne toutes les Business units (BU) et les sous-traitants. Il s'accompagne de programmes de standardisation industrielle et de stabilisation des outils de fabrication des gros composants.

Avec une formation périodique pour tous, Framatome réaffirme sa volonté de partager entre tous les salariés une culture de sûreté commune.

La FIS (Filière indépendante de sûreté) est déployée à Romans-sur-Isère et se met en place à la DTI (Direction technique et ingénierie). Son déploiement dans les autres BU mérite une attention particulière.

Forgeage d'un composant EPR au Creusot

Le rapport de l'Inspection générale de Framatome

10

Sommaire

Mon regard

01

02

03

04

05

06

07

08

09

10

Annexes

Abréviations

Framatome fournit des équipements et services dans les domaines du combustible, de l'ingénierie, des grands projets, des composants des chaudières nucléaires, de l'instrumentation nucléaire, du contrôle-commande de sûreté et de la maintenance des installations nucléaires, en France et à l'international. La plupart de ces activités portent des enjeux majeurs pour la sûreté.

Ce chapitre est rédigé par l'Inspecteur général de Framatome, Alain Payerment. Il présente sa vision, établie à partir de ses inspections. En raison du rôle spécifique de l'Inspection générale, la structure et le niveau de détail du présent chapitre sont différents des autres.

L'Inspection générale de Framatome

L'Inspection générale (IG) évalue pour le président de Framatome la robustesse de la sûreté nucléaire des entités opérationnelles, en France et à l'international. L'IG, dirigée par un Inspecteur général, compte quatre inspecteurs (un de plus qu'en 2019).

Elle exerce un contrôle indépendant des lignes managériales sur la sûreté, la radioprotection, la sécurité industrielle³⁴, la sécurité au travail et l'environnement. Son activité fait l'objet d'un programme annuel présenté au Comité exécutif de Framatome.

À l'occasion de ses inspections, l'IG émet des recommandations suivies de plans d'actions menés par les entités. Des inspections de suivi contrôlent leur avancement.

L'IG réalise aussi des visites destinées à évaluer, lors d'entretiens hors présence hiérarchique, la perception des enjeux de sûreté et de sécurité des collaborateurs, quels que soient leur niveau hiérarchique et leur métier. Ces visites contribuent à recueillir des signaux faibles.

LA CULTURE DE SÛRETÉ

Le développement de la culture de sûreté reste une priorité. Il s'appuie notamment sur un système de formation comprenant trois volets : une formation initiale des nouveaux collaborateurs dans les six mois de leur arrivée, une formation spécifique pour les managers rejoignant le TOP120 et, depuis 2020 sur décision du Comité exécutif, une formation périodique pour tous. Ce dernier volet, en cours de déploiement, répond à une de mes recommandations de 2019.

³⁴ Entendue comme la maîtrise des risques industriels notamment chimique.

³⁵ Groupement des industriels français de l'énergie nucléaire.

Pour atteindre ces objectifs, un réseau de formateurs a été créé dans chaque *Business unit*. En raison de la crise sanitaire, les formations ont évolué et comprennent des modules réalisables à distance. J'apprécie l'importance des moyens mis en œuvre.

Ce dispositif est complété par des autoévaluations de chaque établissement ou direction, réalisées *a minima* tous les quatre ans sur la base d'un outil développé par le GIFEN³⁵.

L'Inspection générale a évalué la culture de sûreté du site de Jarrie. Pendant cinq jours, les douze membres de l'équipe d'évaluation, dont deux managers d'autres BU désignés par le Comité exécutif, ont réalisé près de 60 entretiens ou visites de terrain. Les principaux points forts identifiés sont la présence des managers sur le terrain, l'esprit d'équipe et un bon état des zones de travail. Les axes à améliorer sont similaires à ceux identifiés lors des évaluations d'autres établissements : l'application des standards, le développement d'une attitude interrogative, la pérennité des savoir-faire et l'existence d'un processus de remontée des préoccupations des salariés, indépendant de la hiérarchie.

LE CONTRÔLE INDÉPENDANT

Le rôle de la filière indépendante de sûreté (FIS) est précisé dans la politique de sûreté de Framatome. Elle exerce un contrôle de premier niveau de la ligne managériale dont la responsabilité est réaffirmée en matière de sûreté dans chaque établissement, *Business unit*, direction et entité *corporate*. L'Inspection générale constitue le second niveau de contrôle.

Une note précise l'organisation et les missions de la FIS. Je constate que ce document est mal connu sur le terrain. Outre les actions de communication à mener à tous les niveaux, il faut que le rôle de la FIS soit décliné dans le référentiel en organisation de Framatome,

en particulier dans le manuel du système de management intégré. Ces modifications devront également clarifier la contribution de l'assurance de la qualité à la sûreté nucléaire.

En dehors de l'établissement de Romans-sur-Isère qui dispose d'une FIS structurée et opérationnelle en cohérence avec son statut d'installation nucléaire de base, le déploiement de la FIS est globalement difficile dans les autres entités même si des progrès ont été faits, notamment par la Direction technique et ingénierie (DTI). De manière générale, certains membres de la FIS ne sont pas formellement désignés, les programmes de contrôle sont trop peu nombreux et les auto-évaluations annuelles ne sont pas systématiquement réalisées. J'estime que le déploiement de la FIS en 2021 passe par l'établissement d'un calendrier engageant.

LA SÛRETÉ NUCLÉAIRE

LE MANAGEMENT DE LA SÛRETÉ

J'apprécie la volonté de prendre en compte au plus tôt les exigences de sûreté dans l'analyse des écarts majeurs de qualité de toutes les activités de Framatome. Cette mission est dorénavant confiée à un comité présidé par le directeur de la sûreté de la DTI auquel participent notamment les directeurs de la sûreté et de la qualité de Framatome, l'autorité de conception et des représentants de la FIS de DTI ainsi que des experts du domaine concerné. L'Inspecteur général est également membre permanent de cette instance.

Ce comité analyse les conséquences des écarts sur la sûreté et le respect des exigences des réglementations française (équipements sous pression nucléaires - ESPN) ou américaine (déclaration des événements pouvant avoir des conséquences sur la sûreté - 10 CFR part 21). Il formalise son avis et l'adresse au directeur de la qualité et au comité technique de Framatome. Une revue annuelle de son fonctionnement est prévue.

LE PLAN EXCELL IN QUALITY

En 2020, Framatome a lancé le programme *Excell In Quality*, déclinaison du plan excell d'EDF, qui vise à atteindre l'excellence en matière de qualité d'exécution dans les *Business units*. Les objectifs et les importants moyens engagés traduisent une volonté de traiter en profondeur les causes des non-qualités identifiées ces dernières années. Je considère comme essentiel le rôle des managers, à tous les niveaux, dans l'information et l'adhésion des collaborateurs de Framatome à ce programme. J'y porterai une attention particulière en 2021.

La création d'une direction chargée de la standardisation industrielle et des programmes (*system engineering, product lifecycle management*, « Juliette » qui vise à entretenir la capacité de fabrication

des gros composants pour les futurs programmes nucléaires) est de nature à renforcer la qualité industrielle.

Les outils du plan Excell In Quality

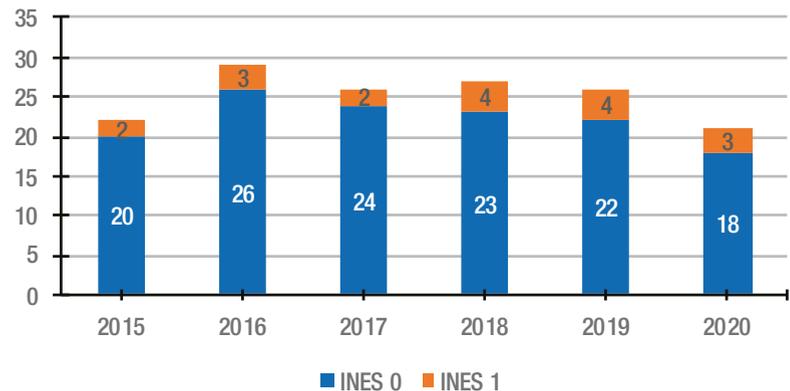
Afin d'améliorer en profondeur la qualité industrielle, le programme *Excell In Quality* s'appuie sur six axes de progrès :

- l'engagement de tous pour la qualité : pratiques de management, culture de l'amélioration continue ;
- faire bon du premier coup : outils de la qualité, excellence opérationnelle ;
- la maîtrise des procédés industriels : procédés spéciaux, méthodes de qualification, digitalisation ;
- l'implication des fournisseurs en faveur de la qualité : développement de leurs performances, évaluation améliorée et harmonisée de ces dernières, renforcement de leurs procédés de qualification critiques, adaptation des modalités d'inspection à ces évolutions ;
- l'excellence en matière de compétences sensibles : identification des compétences critiques, pôle d'excellence du soudage ;
- la fonction Qualité en soutien : pilotage du plan *Excell In Quality*, renforcement des pratiques en matière d'inspection qualité (*Inspection Academy*).

Des points de situation sont présentés régulièrement au Comité exécutif de Framatome.

LES RÉSULTATS DE SÛRETÉ

Aucun événement de niveau 2 ou plus sur l'échelle INES n'a été déclaré en 2020. Le nombre d'événements significatifs diminue par rapport aux années précédentes 18 événements de niveau 0 et 3 de niveau 1 dont 17 concernent Romans-sur-Isère (24 en 2019).



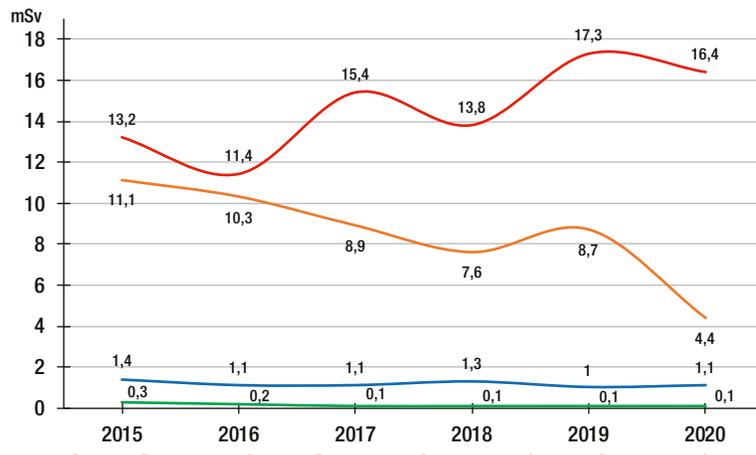
Évolution du nombre d'événements INES

Cette diminution, y compris par rapport au nombre total d'événements (significatifs et intéressants pour la sûreté), est imputable en partie à une activité (hors production) moins soutenue en raison de la crise sanitaire. Il est possible d'y voir également les effets de plusieurs actions engagées en 2020 en faveur de la maîtrise de la criticité (y compris pour les prestataires concernés), des pratiques de fiabilisation des interventions et de la culture de sûreté. La confirmation de cette amélioration est attendue en 2021.

L'analyse de ces événements met en évidence une application plus rigoureuse des consignes mais elle confirme le manque d'attitude prudente et interrogative parmi les causes d'une majorité d'événements. Ce constat confirme la nécessité de poursuivre avec ténacité les efforts engagés pour renforcer la culture de sûreté.

LA RADIOPROTECTION

En 2020, les doses moyennes des salariés de Framatome et des entreprises extérieures évoluent peu par rapport à 2019. Elles s'établissent respectivement à 1,05 milliSievert (1,01 mSv en 2019) et à 0,09 mSv (0,09 en 2019). Le nombre des salariés surveillés ayant reçu une dose inférieure au seuil d'enregistrement (dose nulle) est de 37 % (38 % en 2019) pour Framatome et de 23 % (18 % en 2019) pour les entreprises extérieures.



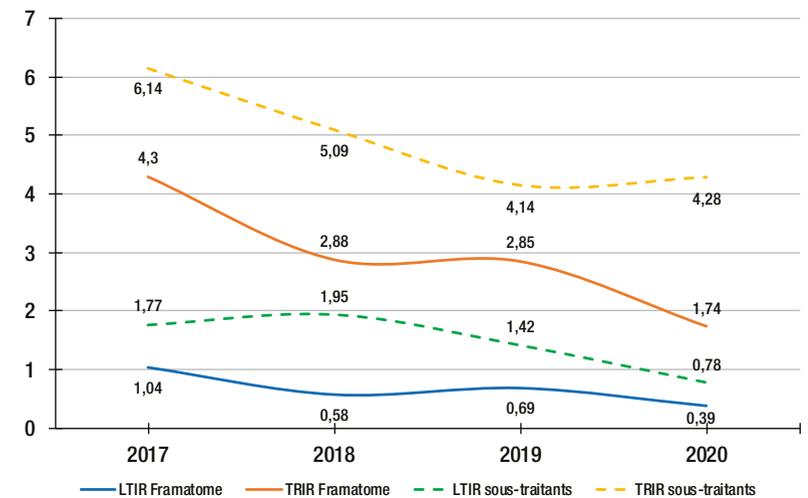
Évolution des doses pour Framatome et ses sous-traitants

Cette relative stabilité masque une disparité des doses reçues entre les États-Unis, où l'activité a été soutenue avec la réalisation de plusieurs opérations importantes de maintenance, et la France où la crise

sanitaire a fortement perturbé le programme des arrêts de tranche. Ainsi, 53 des 59 salariés (26 en 2019) ayant reçu une dose annuelle supérieure à 10 mSv sont américains ; c'est également le cas du salarié ayant reçu la plus forte dose annuelle (16,4 mSv – 17,3 mSv en 2019), inférieure à la limite de 20 mSv fixée par Framatome pour tous ses salariés³⁶. Dans ce contexte, je souligne, comme l'année dernière, l'importance de la gestion prévisionnelle des doses reçues et de l'exploitation rigoureuse du retour d'expérience dosimétrique.

DES PROGRÈS CONTINUS EN SÉCURITÉ AU TRAVAIL

L'année 2020 a malheureusement été marquée par deux accidents mortels de trajet concernant un salarié de Framatome et un sous-traitant.



Évolution des indicateurs de fréquence d'accidents

Les objectifs 2020 en matière de réduction du nombre des accidents du travail sont tenus. Pour les salariés de Framatome, le taux de fréquence des accidents avec arrêt (LTIR 0,39) et la fréquence des accidents avec et sans arrêt (TRIR 1,74) sont meilleurs que les objectifs, fixés respectivement à 1 et à 2,5. Par rapport à 2019, le LTIR et le TRIR diminuent sensiblement.

Chez les sous-traitants, le LTIR (0,78) est meilleur que l'objectif de 1,5 et les résultats sont globalement stables pour le TRIR (4,28).

Le programme 5 TOP killers d'éradication des principaux risques mortels (travaux en hauteur, levage, maîtrise des énergies, équipements mobiles, espaces confinés) est arrivé à terme en 2020.

³⁶ La limite réglementaire annuelle aux États-Unis est de 50 mSv.

Il a notamment contribué à améliorer la conformité des référentiels et des matériels. Un audit *corporate* évaluera les pratiques de chaque entité au regard des meilleurs standards de l'industrie.

Les presque accidents, aux conséquences potentielles graves relevant du levage, sont encore très nombreux (30 % des déclarations). En complément de la campagne de sensibilisation organisée en 2020, il est indispensable que chaque événement de ce type fasse l'objet d'une analyse des causes profondes et d'un retour d'expérience.

BILAN DES INSPECTIONS ET DES VISITES

En 2020, l'Inspection générale (IG) a réalisé 14 inspections thématiques, 11 inspections de suivi de ses recommandations et 1 visite (chantier de Flamanville 3). Compte tenu de la crise sanitaire, deux inspections dont les thèmes s'y prêtaient, ont été réalisées à distance.



Contrôle d'une plaque de combustible à CERCA, Romans-sur-Isère

LA SÉCURITÉ CHIMIQUE ET LA GESTION DES QUALIFICATIONS À RICHLAND

En accord avec l'autorité de sûreté américaine (NRC), l'Inspection générale réalise chaque année deux inspections de l'établissement de Richland portant chacune sur l'un des sujets suivants : gestion de crise, radioprotection et environnement, risque incendie, gestion de la criticité, risque chimique, formation et entraînement, selon une périodicité triennale.

En 2020, les thèmes relatifs à la sécurité chimique et à la gestion des qualifications et de l'entraînement ont été retenus. Dans ces deux domaines, l'établissement dispose d'une organisation rigoureuse, de processus robustes, de personnels qualifiés et formés. J'engage

Richland à consolider la déclinaison du référentiel de Framatome dans ses documents internes. Les actions définies à l'issue des audits relatifs à la sécurité chimique devraient être mieux pilotées. Il est aussi nécessaire de s'assurer que les qualifications exigées des sous-traitants intègrent tous les risques liés à leurs activités.

LE RISQUE INCENDIE À LINGEN ET À ROMANS-SUR-ISÈRE

À Lingen en Allemagne et à Romans-sur-Isère, la prévention du risque incendie fait l'objet de processus précis et appliqués. Les prescriptions réglementaires sont connues et prises en compte. Les moyens humains et matériels de lutte contre les sinistres sont identifiés et entretenus. À Lingen, une attention particulière doit être portée à la prévention du risque incendie dans les ateliers de maintenance. À Romans-sur-Isère, les analyses de risque des produits chimiques doivent être systématiques et la traçabilité des formations réglementaires doit être renforcée.

LA GESTION DES SITUATIONS D'URGENCE À ROMANS-SUR-ISÈRE

L'établissement dispose d'une organisation, de processus et de moyens humains et matériels adaptés à une réponse réactive et proportionnée aux situations d'urgence. Les méthodes d'intervention sont améliorées régulièrement et éprouvées.

Une attention particulière doit être portée à la mise à jour du plan d'urgence interne, à la qualification des collaborateurs susceptibles de diriger une cellule de crise et au suivi des contrôles et des essais périodiques des équipements importants pour la sûreté du poste de commandement de crise.

LA RIGUEUR OPÉRATIONNELLE

En 2020, les sites d'Ugine et de Montreuil-Juigné ont été inspectés sur leur capacité à respecter les référentiels opérationnels et assurer la traçabilité de leurs activités. Dans ces deux établissements, les politiques de sûreté, de sécurité et de qualité sont définies et déclinées avec des objectifs annuels.

À Ugine, le traitement des écarts et l'exploitation du retour d'expérience sont rigoureux. Les contrôles et les essais périodiques réglementaires pourraient être mieux suivis.

La situation de Montreuil-Juigné mérite une attention particulière. Les nombreux changements au sein de la direction depuis un an ont fragilisé le fonctionnement de plusieurs processus importants dans le domaine de la maîtrise des risques industriels : les contrôles et essais périodiques réglementaires, la gestion de crise, le pilotage du traitement des écarts et des plans de réduction des risques industriels et environnementaux. Je suivrai avec attention en 2021 les actions d'amélioration engagées par la nouvelle direction.

LA PRISE EN COMPTE DES EXIGENCES DE SÛRETÉ DANS LA PRODUCTION

Quatre inspections sur ce thème nouveau ont été réalisées. Elles ont concerné les usines de Saint-Marcel et du Creusot, le projet Hinkley Point C à Paris et la direction *Fuel Design* à Lyon.

D'une manière générale, les organisations, la définition des responsabilités, les processus de pilotage des projets et de traitements des écarts sont adaptés à la prise en compte des exigences de sûreté.

Dans les usines, je souligne l'importance légitime donnée à la gestion des compétences critiques et au renforcement de la qualification des procédés de fabrication. La prise en compte du retour d'expérience, la mise en place d'un contrôle interne indépendant sont à améliorer.

Les processus opérationnels utilisés par l'équipe du projet Hinkley Point C doivent réaffirmer la priorité donnée à la sûreté face aux enjeux coûts/délais.

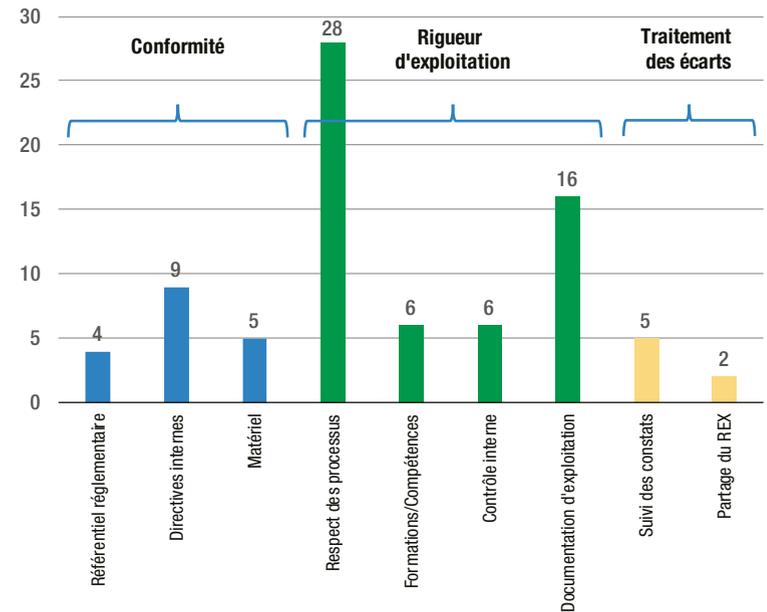
BILAN DES RECOMMANDATIONS

Le nombre des recommandations en cours baisse (81 en 2020, 94 en 2019) bien que l'IG en ait émis davantage en 2020 (52 en 2020, 37 en 2019). Ce bilan positif est la conséquence des efforts réalisés au cours des deux dernières années pour solder les recommandations les plus anciennes.

À ce titre, le nombre des recommandations datant de plus de deux ans fait l'objet d'un indicateur suivi par le Comité exécutif de Framatome. Il est également présenté au Conseil d'administration. En 2020, l'objectif fixé pour cet indicateur (inférieur à 15) a été atteint. Cet effort se poursuivra en 2021 avec un objectif abaissé à 10.

Les recommandations en cours concernent trois domaines :

- la rigueur d'exploitation (69 %) ;
- la conformité réglementaire (22 %) ;
- le traitement des écarts (9 %).



Typologie des recommandations en cours

Comme les années précédentes, la rigueur d'exploitation est le thème principal des recommandations (amélioration ou respect des processus, mise à jour de la documentation d'exploitation).

MES RECOMMANDATIONS

L'existence d'un premier niveau de contrôle de la filière indépendante de sûreté (FIS) dans toutes les *Business units* est un pilier de la politique de sûreté de Framatome. Afin d'achever sa mise en place en 2021, je recommande de définir un calendrier de déploiement engageant et de mettre à jour le référentiel en organisation de Framatome pour prendre en compte le rôle de la FIS.

Le nombre des presque accidents aux conséquences potentielles graves survenus lors d'opérations de levage reste élevé depuis plusieurs années. Je recommande que chaque événement fasse systématiquement l'objet d'une analyse des causes profondes et d'un retour d'expérience partagé.



Le site de Flammanville

Annexes

LES INDICATEURS DE RÉSULTATS DES PARCS NUCLÉAIRES

EDF SA
EDF ENERGY

LES ÉTAPES INDUSTRIELLES DES UNITÉS DE PRODUCTION

EDF SA
EDF ENERGY

LES SITES NUCLÉAIRES

EDF SA
EDF ENERGY
FRAMATOME

TABLE DES ABRÉVIATIONS

LES INDICATEURS DE RÉSULTATS DU PARC NUCLÉAIRE D'EDF SA

| N° | Indicateurs | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 |
|----|--|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|-------------|--------------|-------------|--------------|--------------|
| 1 | Nombre d'événements significatifs pour la sûreté classés dans l'échelle INES (1 et plus), par réacteur ¹ | 0,91 | 1,55 | 1,19 | 1,14 | 1,16 | 0,98 | 1,12 | 1,28 | 1,45 | 1,4 |
| 2 | Nombre d'événements significatifs pour la sûreté (INES 0 et plus), par réacteur | 10,57 | 11,90 | 11,60 | 10,8 | 10,03 | 9,78 | 11,59 | 12,6 | 12,7 | 12,4 |
| 3 | Nombre d'événements significatifs, par réacteur <ul style="list-style-type: none"> • Non-conformités aux STE • Réactivité | 1,36 - | 1,52 - | 1,34 - | 1,55 - | 1,24 - | 1,48 - | 1,41 0,9 | 1,69 0,7 | 1,8 0,9 | 1,5 0,6 |
| 4 | Nombre de non-conformités ² de configuration de circuits par réacteur | 2,07 | 1,78 | 1,22 | 1,41 | 1,74 | 1,64 | 1,78 | 1,24 | 1,4 | 1,3 |
| 5 | Nombre d'arrêts du réacteur, par réacteur (et pour 7 000 heures de criticité ³) <ul style="list-style-type: none"> • Automatiques • Manuels | 0,50 0,05 | 0,55 0,03 | 0,59 0,03 | 0,53 0,07 | 0,66 0 | 0,48 0 | 0,38 0,04 | 0,31 0 | 0,53 0,03 | 0,29 0,04 |
| 6 | Dose opérationnelle collective moyenne, par tranche en service (en hSv) | 0,71 | 0,67 | 0,79 | 0,72 | 0,71 | 0,76 | 0,61 | 0,67 | 0,74 | 0,61 |
| 7 | Dosimétrie individuelle : <ul style="list-style-type: none"> • Nombre de personnes dont la dose est supérieure à 20 mSv • Nombre de personnes entre 16 et 20 mSv • Nombre de personnes entre 14 et 16 mSv | 0 2 43 | 0 2 22 | 0 0 18 | 0 0 5 | 0 0 2 | 0 0 1 | 0 0 0 | 0 0 1 | 0 0 0 | 0 0 0 |
| 8 | Nombre d'événements significatifs pour la radioprotection | 92 | 114 | 116 | 113 | 109 | 117 | 131 | 170 | 171 | 173 |
| 9 | Disponibilité (%) | 80,7 | 79,7 | 78,0 | 80,9 | 80,8 | 79,6 | 77,1 | 76,5 | 74 | 71,9 |
| 10 | Indisponibilité fortuite (%) | 2,2 | 2,8 | 2,6 | 2,4 | 2,48 | 2,02 | 3,26 | 3,7 | 3,95 | 5 |
| 11 | Taux de fréquence des accidents du travail avec arrêt Tfg (pour 1 million d'heures travaillées) ⁴ | 3,9 | 3,5 | 3,3 | 3,2 | 2,7 | 2,8 | 2,2 | 2,3 | 3,3 | 2,9 |
| 12 | Taux de fréquence des accidents du travail avec arrêt LTIR (pour 1 million d'heures travaillées) ⁴ | - | - | - | - | - | - | - | - | 2,4 | 2,2 |

¹ Hors événements dits génériques.

² Toute configuration d'un circuit ou ses sources, en écart par rapport à la situation attendue, et étant la ou une cause d'un événement significatif (série statistique retraitée en 2018).

³ Valeur moyenne de tous les réacteurs à la différence de la valeur WANO, qui prend en compte la valeur du réacteur médian.

⁴ Taux de fréquence DPN et prestataires.

LES INDICATEURS DE RÉSULTATS DU PARC NUCLÉAIRE D'EDF ENERGY

| N° | Indicateurs | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | |
|----|--|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
| 1 | Nombre d'événements classés dans l'échelle INES (1 et plus), par réacteur | 1,33 | 0,80 | 0,80 | 0,33 | 0,47 | 0,27 | 0,47 | 0,53 | 0,27 | 0,07 | |
| 2 | Nombre d'événements sûreté dans l'échelle INES (0 et plus) par réacteur ¹ | 4,70 | 4,60 | 5,13 | 4,47 | 7,40 | 10,00 | 6,13 | 5,93 | 6,73 | 5,47 | |
| 3 | Nombre de cas de non-conformité aux STE, par réacteur | 0,33 | 1,67 | 0,67 | 1,53 | 1,00 | 0,80 | 0,60 | 0,60 | 0,67 | 0,87 | |
| 4 | Nombre de non-conformités ² de configuration de circuits par réacteur | 0,33 | 3,07 | 3,33 | 2,80 | 2,87 | 3,13 | 0,93 | 1,67 | 1,67 | 1,00 | |
| 5 | Nombre d'arrêts du réacteur, par réacteur (et pour 7 000 heures de criticité ³) • Automatiques • Manuels | 0,74 | 0,64 | 0,45 | 1,17 | 0,57 | 0,3 | 0,49 | 0,89 | 0,56 | 0,35 | |
| | | 1,22 | 0,84 | 1,03 | 0,62 | 0,19 | 0,42 | 0,37 | 0,20 | 0,32 | 0,00 | |
| 6 | Dose opérationnelle collective moyenne, par tranche en service (en hSv) • PWR • AGR | 0,537 | 0,037 | 0,386 | 0,365 | 0,048 | 0,544 | 0,296 | 0,096 | 0,255 | 0,031 | |
| | | 0,084 | 0,063 | 0,034 | 0,074 | 0,067 | 0,021 | 0,020 | 0,050 | 0,032 | 0,013 | |
| 7 | Nombre de personnes dont la dose est supérieure à 15 mSv | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 8 | Nombre d'événements significatifs pour la radioprotection | 43 | 50 | 27 | 27 | 18 | 20 | 10 | 23 | 28 | 26 | |
| 9 | Disponibilité (%) : | • Parc EDF Energy | 72,0 | 78,0 | 78,9 | 72,1 | 77,3 | 83,0 | 81,6 | 76,1 | 65,8 | 61,7 |
| | | • PWR | 82,5 | 89,2 | 83,0 | 84,1 | 100 | 82,0 | 83,8 | 89,4 | 80,6 | 99,4 |
| | | • AGR | 71,3 | 76,3 | 78,2 | 70,2 | 73,7 | 83,1 | 81,2 | 74,0 | 63,5 | 55,9 |
| 10 | Indisponibilité fortuite (%) : | • Parc EDF Energy | 13,0 | 8,9 | 6,9 | 10,7 | 2,3 | 5,1 | 5,0 | 3,1 | 4,0 | 5,0 |
| | | • PWR | 3,4 | 9,9 | 0,2 | 0,7 | 0 | 0,1 | 0,0 | 2,2 | 0,2 | 0,6 |
| | | • AGR | 13,7 | 8,7 | 7,9 | 12,3 | 2,7 | 5,8 | 5,7 | 3,3 | 4,7 | 6,2 |
| 11 | Taux de fréquence des accidents du travail avec arrêt LTIR (pour 1 million d'heures travaillées) ⁴ | 0,6 | 0,5 | 0,2 | 0,2 | 0,4 | 0,3 | 0,2 | 0,5 | 0,3 | 0,3 | |

¹ Hors événements dits génériques (événements dus à des anomalies de conception).

² Toute configuration d'un circuit ou ses sources, en écart par rapport à la situation attendue, et étant la ou une cause d'un événement significatif.

³ Valeur moyenne de tous les réacteurs à la différence de la valeur WANO, qui prend en compte la valeur du réacteur médian.

⁴ Taux de fréquence EDF Nuclear Generation et prestataires.

Précautions à prendre en compte pour comparer le tableau de résultats d'EDF SA avec celui d'EDF Energy :

- **Ligne 2** : le mode de déclaration des événements à l'Autorité de sûreté du Royaume-Uni **a évolué en 2015**, conduisant à déclarer plus d'événements qu'auparavant.
- **Lignes 3, 4 et 8** : les pratiques de déclaration des événements sont différentes au Royaume-Uni et en France, compte tenu des exigences des autorités de sûreté respectives. **À partir de 2012, EDF Energy et EDF SA ont harmonisé leurs pratiques de classification de ces événements.**
- **Ligne 6** : les réacteurs des deux parcs nucléaires ne sont pas de la même technologie (essentiellement AGR pour le Royaume-Uni, et REP en France). Les AGR sont, par conception, de l'ordre de 10 fois moins-dosants (référence WANO).

LES ÉTAPES INDUSTRIELLES DES UNITÉS DE PRODUCTION D'EDF SA

| Année de mise en service | Unité de production | Puissance en MWe* | VD1 | VD2 | VD3 | VD4 |
|--------------------------|---------------------|-------------------|------|------|------|------|
| 1977 | Fessenheim 1 | 880 | 1989 | 1999 | 2009 | N/A |
| 1977 | Fessenheim 2 | 880 | 1990 | 2000 | 2011 | N/A |
| 1978 | Bugey 2 | 910 | 1989 | 2000 | 2010 | 2020 |
| 1978 | Bugey 3 | 910 | 1991 | 2002 | 2013 | - |
| 1979 | Bugey 4 | 880 | 1990 | 2001 | 2011 | 2020 |
| 1979 | Bugey 5 | 880 | 1991 | 2001 | 2011 | - |
| 1980 | Dampierre 1 | 890 | 1990 | 2000 | 2011 | - |
| 1980 | Dampierre 2 | 890 | 1991 | 2002 | 2012 | - |
| 1980 | Gravelines 1 | 910 | 1990 | 2001 | 2011 | - |
| 1980 | Gravelines 2 | 910 | 1991 | 2002 | 2013 | - |
| 1980 | Gravelines 3 | 910 | 1992 | 2001 | 2012 | - |
| 1980 | Tricastin 1 | 915 | 1990 | 1998 | 2009 | 2019 |
| 1980 | Tricastin 2 | 915 | 1991 | 2000 | 2011 | - |
| 1980 | Tricastin 3 | 915 | 1992 | 2001 | 2012 | - |
| 1981 | Blayais 1 | 910 | 1992 | 2002 | 2012 | - |
| 1981 | Dampierre 3 | 890 | 1992 | 2003 | 2013 | - |
| 1981 | Dampierre 4 | 890 | 1993 | 2004 | 2014 | - |
| 1981 | Gravelines 4 | 910 | 1992 | 2003 | 2014 | - |
| 1981 | St-Laurent B1 | 915 | 1995 | 2005 | 2015 | - |
| 1981 | St-Laurent B2 | 915 | 1993 | 2003 | 2013 | - |
| 1981 | Tricastin 4 | 915 | 1992 | 2004 | 2014 | - |
| 1982 | Blayais 2 | 910 | 1993 | 2003 | 2013 | - |
| 1982 | Chinon B1 | 905 | 1994 | 2003 | 2013 | - |
| 1983 | Blayais 3 | 910 | 1994 | 2004 | 2015 | - |
| 1983 | Blayais 4 | 910 | 1995 | 2005 | 2015 | - |
| 1983 | Chinon B2 | 905 | 1996 | 2006 | 2016 | - |
| 1983 | Cruas 1 | 915 | 1995 | 2005 | 2015 | - |
| 1984 | Cruas 2 | 915 | 1997 | 2007 | 2018 | - |
| 1984 | Cruas 3 | 915 | 1994 | 2004 | 2014 | - |

VD1 : 1^{re} visite décennale
 VD2 : 2^e visite décennale
 VD3 : 3^e visite décennale
 VD4 : 4^e visite décennale

| Année de mise en service | Unité de production | Puissance en MWe* | VD1 | VD2 | VD3 | VD4 |
|--------------------------|---------------------|-------------------|------|------|------|-----|
| 1984 | Cruas 4 | 915 | 1996 | 2006 | 2016 | - |
| 1984 | Gravelines 5 | 910 | 1996 | 2006 | 2016 | - |
| 1984 | Paluel 1 | 1330 | 1996 | 2006 | 2016 | - |
| 1984 | Paluel 2 | 1330 | 1995 | 2005 | 2018 | - |
| 1985 | Flamanville 1 | 1330 | 1997 | 2008 | 2018 | - |
| 1985 | Gravelines 6 | 910 | 1997 | 2007 | 2018 | - |
| 1985 | Paluel 3 | 1330 | 1997 | 2007 | 2017 | - |
| 1985 | St-Alban 1 | 1335 | 1997 | 2007 | 2017 | - |
| 1986 | Cattenom 1 | 1300 | 1997 | 2006 | 2016 | - |
| 1986 | Chinon B3 | 905 | 1999 | 2009 | 2019 | - |
| 1986 | Flamanville 2 | 1330 | 1998 | 2008 | 2019 | - |
| 1986 | Paluel 4 | 1330 | 1998 | 2008 | 2019 | - |
| 1986 | St-Alban 2 | 1335 | 1998 | 2008 | 2018 | - |
| 1987 | Belleville 1 | 1310 | 1999 | 2010 | 2020 | - |
| 1987 | Cattenom 2 | 1300 | 1998 | 2008 | 2018 | - |
| 1987 | Chinon B4 | 905 | 2000 | 2010 | 2020 | - |
| 1987 | Nogent 1 | 1310 | 1998 | 2009 | 2019 | - |
| 1988 | Belleville 2 | 1310 | 1999 | 2009 | 2019 | - |
| 1988 | Nogent 2 | 1310 | 1999 | 2010 | 2020 | - |
| 1990 | Cattenom 3 | 1300 | 2001 | 2011 | - | - |
| 1990 | Golfech 1 | 1310 | 2001 | 2012 | - | - |
| 1990 | Penly 1 | 1330 | 2002 | 2011 | - | - |
| 1991 | Cattenom 4 | 1300 | 2003 | 2013 | - | - |
| 1992 | Penly 2 | 1330 | 2004 | 2014 | - | - |
| 1993 | Golfech 2 | 1310 | 2004 | 2014 | - | - |
| 1996 | Chooz B1 | 1500 | 2010 | 2020 | - | - |
| 1997 | Chooz B2 | 1500 | 2009 | 2019 | - | - |
| 1997 | Civaux 1 | 1495 | 2011 | - | - | - |
| 1999 | Civaux 2 | 1495 | 2012 | - | - | - |

(*) Puissance Continue Nette (PCN)

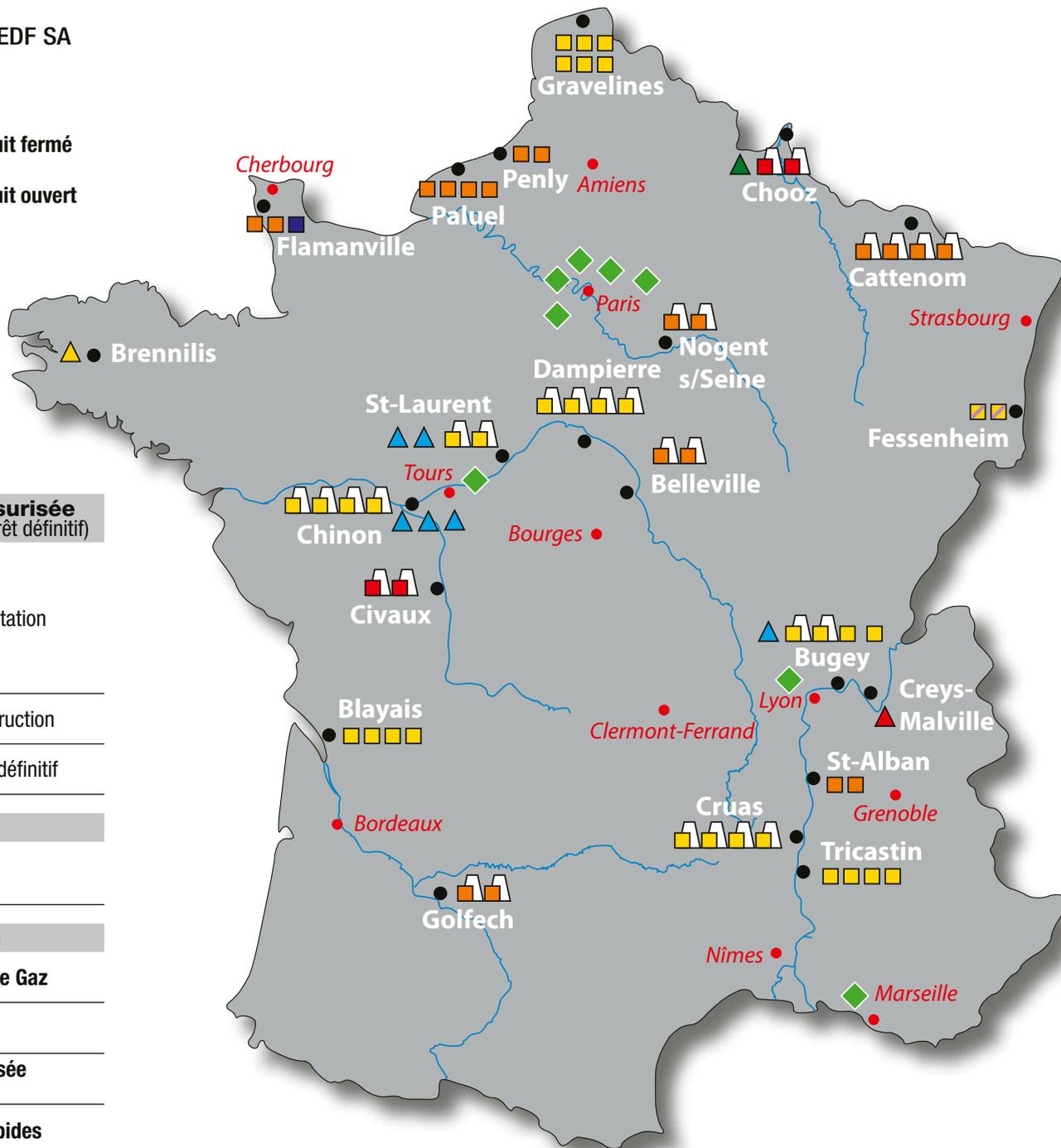
LES ÉTAPES INDUSTRIELLES DES UNITÉS DE PRODUCTION D'EDF Energy

| Année de mise en service | Unité de production | Réacteur numéro | Puissance MWe RUP (1) | Date prévue de mise à l'arrêt définitif (2) |
|--------------------------|---------------------|-----------------|-----------------------|---|
| 1976 | Hinkley Point B | R3 | 480 | 2022 |
| 1976 | Hinkley Point B | R4 | 475 | 2022 |
| 1976 | Hunterston B | R3 | 480 | 2022 |
| 1976 | Hunterston B | R4 | 485 | 2022 |
| 1983 | Dungeness B | R21 | 525 | 2028 |
| 1983 | Dungeness B | R22 | 525 | 2028 |
| 1983 | Heysham 1 | R1 | 580 | 2024 |
| 1983 | Heysham 1 | R2 | 575 | 2024 |
| 1983 | Hartlepool | R1 | 595 | 2024 |
| 1983 | Hartlepool | R2 | 585 | 2024 |
| 1988 | Heysham 2 | R7 | 615 | 2030 |
| 1988 | Heysham 2 | R8 | 615 | 2030 |
| 1988 | Torness | R1 | 590 | 2030 |
| 1988 | Torness | R2 | 595 | 2030 |
| 1995 | Sizewell B | | 1198 | 2035 |

- (1) RUP (Reference Unit Power) :
Puissance électrique de référence de l'unité de production déclarée par EDF Energy dans les transactions journalières, fin 2014.
- (2) Dates de mise à l'arrêt incluant les dates annoncées en 2020 pour les réacteurs de Hunterston B et Hinkley Point B.

LES SITES NUCLÉAIRES D'EDF SA

- Refroidissement en circuit fermé
- Refroidissement en circuit ouvert



Réacteurs à eau pressurisée (exploitation, construction et arrêt définitif)

| | | |
|-----------|-----------------|-----------------|
| 32 | 900 MWe | |
| 20 | 1 300 MWe | Exploitation |
| 4 | 1 450 MWe | |
| 1 | 1 600 MWe (EPR) | Construction |
| 2 | 900 MWe | Arrêt définitif |

Ingénierie

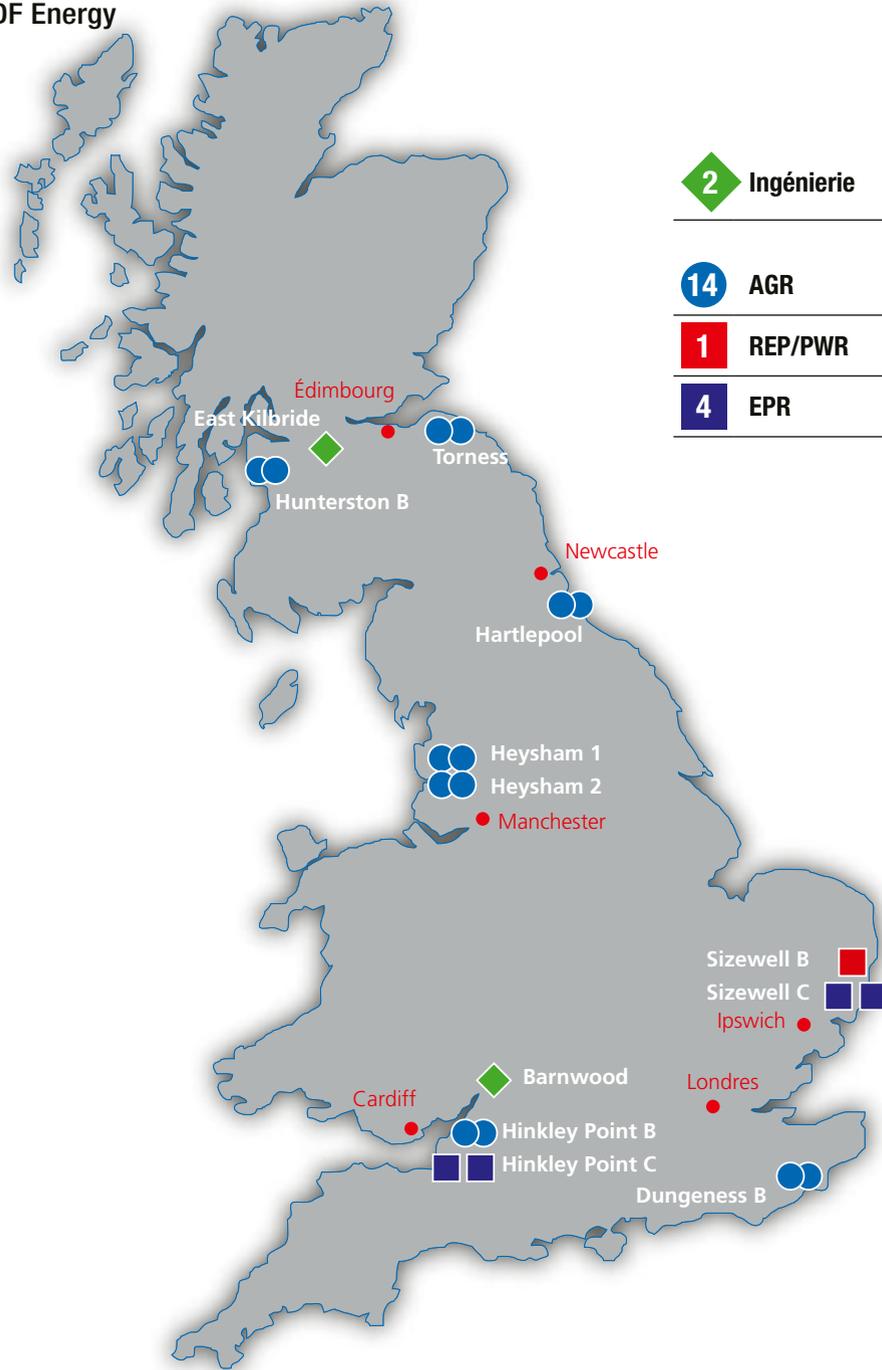
| | |
|----------|------------|
| 8 | Ingénierie |
|----------|------------|

Déconstruction

| | |
|----------|--------------------------------------|
| 6 | Uranium Naturel Graphite Gaz |
| 1 | Eau Lourde |
| 1 | Réacteur à eau pressurisée (300 MWe) |
| 1 | Réacteur à Neutrons Rapides |

Sommaire
Mon regard
01
02
03
04
05
06
07
08
09
10
Annexes
Abréviations

LES SITES NUCLÉAIRES D'EDF Energy



LES SITES DE FRAMATOME



TABLE DES ABRÉVIATIONS

A

| | |
|-------|--|
| AAR | Arrêt Automatique de Réacteur |
| AGR | Advanced Gas-cooled Reactor |
| AIP | Activité Importante pour la Protection des intérêts |
| AIEA | Agence Internationale de l'Énergie Atomique |
| ALARA | As Low As Reasonably Achievable |
| AMR | Arrêt Manuel de Réacteur |
| AMT | Agence de Maintenance Thermique |
| ANDRA | Agence Nationale pour la gestion des Déchets RAdioactifs |
| ASG | Alimentation de Secours des Générateurs de vapeur |
| ASN | Autorité de Sûreté Nucléaire |
| AT | Arrêt de Tranche |

C

| | |
|--------|---|
| CEA | Commissariat à l'Énergie Atomique et aux Énergies Alternatives |
| CEFRI | Comité français de certification des entreprises pour la formation et le suivi du personnel travaillant sous rayonnements ionisants |
| CETIC | Centre d'Expérimentation et de validation des Techniques d'Intervention sur Chaudière nucléaire à eau |
| CGN | China General Nuclear Power Corporation (Chine) |
| CIPR | Commission Internationale de Protection Radiologique |
| CLI | Commission Locale d'Information |
| CNC | Civil Nuclear Constabulary |
| CNEPE | Centre National d'Équipement de Production d'Électricité (DIPNN) |
| CNPE | Centre Nucléaire de Production d'Électricité |
| COMSAT | COMmission Sûreté en Arrêt de Tranche |
| COPAT | Centre Opérationnel de Pilotage des Arrêts de Tranche |
| CRT | Comité des Référentiels Techniques |
| CSN | Conseil de Sûreté Nucléaire |
| CSNE | Comité Sûreté Nucléaire en Exploitation de la DPN |

D

| | |
|-------|--|
| DACI | Direction Autorité de Contrôle Indépendant (Edvance) |
| DCN | Division Combustible Nucléaire |
| DFISQ | Département Filière Indépendante de Sûreté et de Qualité (DIPNN) |
| DI | Direction Industrielle (DIPNN) |
| DIPDE | Division de l'Ingénierie du Parc, de la Déconstruction et de l'Environnement |
| DIPNN | Direction de l'Ingénierie et des Projets du Nouveau Nucléaire |
| DMES | Dossier de Mise En Service |
| DOE | Department of Energy (États-Unis) |
| DP2D | Direction des Projets Déconstruction et Déchets |
| DPN | Division Production Nucléaire |
| DPNT | Direction du Parc Nucléaire et Thermique |
| DRS | Directoire des Réexamens de Sûreté |
| DSPTN | Direction Support aux Projets et Transformation Numérique (DIPNN) |
| DT | Direction Technique (DIPNN) |
| DTEAM | Division Thermique Expertise Appui industriel Multi métier |
| DTEO | Direction de la Transformation et Efficacité Opérationnelle |
| DTG | Division Technique Générale (EDF Hydro) |
| DTI | Direction Technique et de l'Ingénierie (Framatome) |

E

| | |
|---------|---|
| EDT | Équipe Dédicée Terrain |
| EDVANCE | Filière d'EDF (80 %) et Framatome (20 %) |
| EGE | Évaluation Globale d'Excellence |
| EIP | Élément Important pour la Protection des intérêts |
| EIPS | Équipement d'Intérêt Protégé pour la Sûreté |
| EPR | European Pressurised Reactor |
| EPRI | Electric Power Research Institute (États-Unis) |
| ESPNN | Équipements Sous Pression Nucléaires |
| ESR | Événement Significatif en Radioprotection |
| ESS | Événement Significatif de Sûreté |
| EVEREST | Évoluer VERs une Entrée Sans Tenue universelle (Projet de reconquête de la propreté radiologique) |

F

| | |
|------|------------------------------------|
| FARN | Force d'Action Rapide du Nucléaire |
| FIS | Filière Indépendante de Sûreté |
| FME | Foreign Material Exclusion |

G

| | |
|-------|--|
| GDA | Generic Design Assessment (Royaume-Uni) |
| GIEC | Groupe Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat (ONU) |
| GIFEN | Groupement des Industriels Français de l'Énergie Nucléaire |
| GK | Programme Grand Carénage |
| GPEC | Gestion Prévisionnelle des Emplois et des Compétences |
| GPSN | Groupe Performances Sûreté Nucléaire (UNIE) |

H

| | |
|--------|---|
| HCTISN | Haut-Comité pour la Transparence et l'Information sur la Sécurité Nucléaire |
| HPC | Projet Hinkley Point C (Royaume-Uni) |

I

| | |
|-------|--|
| ICPE | Installation Classée pour la Protection de l'Environnement |
| IN | Inspection Nucléaire (DPN) |
| INA | Independent Nuclear Assurance (EDF Energy) |
| INB | Installation Nucléaire de Base |
| INES | International Nuclear Events Scale |
| INPO | Institute of Nuclear Power Operations (États-Unis) |
| INSAG | International Nuclear SAFety Group (AIEA) |
| IRAS | Ingénieur chargé des Relations avec l'ASN (CNPE) |
| IRSN | Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire |

L

| | |
|------|-----------------------------------|
| LLS | Turboalternateur d'ultime secours |
| LTIR | Lost Time Injury Rate |

M

| | |
|------|---|
| MAAP | Mission d'Appui et d'Assistance à la Performance (DPNT) |
| MARN | Mission d'Appui à la gestion des Risques Nucléaires |
| MDL | Manager de Deuxième Ligne |
| MEEI | Maintenir un État Exemplaire des Installations (projet de la DPN) |
| MME | Méthodes de Maintenance et d'Exploitation |
| MPL | Manager de Première Ligne |
| MQME | Plan de Maîtrise de la Qualité de Maintenance et d'Exploitation (DPN) |

N

| | |
|------|---|
| NCC | Noyau de Cohérence des métiers de Conduite |
| NCME | Noyau de Cohérence des métiers de Maintenance en Exploitation |
| NDA | Nuclear Decommissioning Authority (Royaume-Uni) |
| NEI | Nuclear Energy Institute (États-Unis) |
| NNB | Nuclear New Build (EDF Energy) |
| NNSA | National Nuclear Security Administration (Chine) |
| NRC | Nuclear Regulatory Commission (États-Unis) |

O

| | |
|-------|---|
| OIU | Organe d'Inspection de l'Utilisateur |
| ONR | Office for Nuclear Regulation (Royaume-Uni) |
| OSART | Operational SAFety Review Team (AIEA) |

P

| | |
|------|---|
| PBMP | Programme de Base de Maintenance Préventive |
| PCCF | Projet Conformité Creusot Forge (Framatome) |
| PDC | Plan de Développement des Compétences de l'ingénierie nucléaire |
| PFI | Pratiques de Fiabilisation des Interventions |
| PGAC | Prestations Générales d'Assistance aux Chantiers |
| PLM | Plant Lifecycle Management |
| PPAS | Plan Pluriannuel d'Amélioration de la Sûreté (Framatome) |
| PSPG | Peloton Spécialisé de Protection de la Gendarmerie |
| PUI | Plan d'Urgence Interne |

R

| | |
|-----|--|
| R&D | Direction Recherche et Développement |
| REP | Réacteur à Eau Pressurisée |
| REX | Retour d'Expérience |
| RGV | Remplacement des générateurs de vapeur |
| RIS | Circuit d'injection d'eau de secours pour assurer le refroidissement du réacteur |
| RTE | Réseau de Transport d'Électricité |

S

| | |
|--------|---|
| SAT | Systematic Approach to Training |
| SDIN | Système D'Information du Nucléaire |
| SDIS | Services Départementaux d'Incendie et de Secours |
| SIR | Service d'Inspection Reconnu |
| SMART | Programme de digitalisation de la DIPDE |
| SMI | Système de Management Intégré |
| SODT | Safety Oversight Delivery Team |
| SOER | Significant Operating Experience Report (WANO) |
| SOH | Socio-Organisationnel et Humain |
| SP | Structures Palier (DPN) |
| SPR | Service Prévention des Risques |
| STE | Spécifications Techniques d'Exploitation |
| SWITCH | Programme de transformation numérique de la DIPNN |
| SYGMA | SYstème de Gestion de la MAintenance |

T

| | |
|--------|---|
| TEM | Tranche En Marche |
| TNPJVC | Joint-venture entre CGN (51 %), Guangdong Yudean group Company (19 %) et EDF (30 %) |
| TRIR | Total Recordable Injury Rate |
| TSM | Technical Support Mission, réalisé par des pairs sous l'égide de WANO |
| TSN | Loi sur la Transparence et la Sécurité en matière Nucléaire |
| TVO | Teollisuuden Voima Oyj (Finlande) |

U

| | |
|------|---|
| UFPI | Unité de proFessionalisation pour la Performance Industrielle (DTEAM) |
| UGM | Université Groupe du Management |
| UNGG | Uranium Naturel Graphite Gaz |
| UNIE | UNITé d'Ingénierie d'Exploitation (DPN) |
| UTO | Unité Technique Opérationnelle (DPN) |

V

| | |
|----|------------------|
| VD | Visite Décennale |
| VP | Visite Partielle |

W

| | |
|-------|---|
| WANO | World Association of Nuclear Operators |
| WENRA | Western European Nuclear Regulators Association |



Jean-Paul JOLY, Stephen PREECE, Bertrand de L'ÉPINOIS, François de LASTIC, Jean-Michel FOURMENT

CRÉDITS PHOTOGRAPHIQUES

Bruno AMSELLEM — CNPE de Blayais — CNPE de Bugey — CNPE de Cruas — CNPE de Gravelines — CNPE de Tricastin — Cyril CRESPEAU — Patrice DHUMES — Cyrille DUPONT — EDF DIPDE — EDF Energy — EDF R&D — Edvance — GIL — Hinkley Point C — Stéphane LAVOUE/PASCO — JC MALLEYAEY — Sizewell C — Antoine SOUBIGOU

E.D.F.
Présidence IGSNR
22-30, avenue de Wagram
75008 Paris
☎ : +33 (0)1 40 42 25 20

www.edf.com