

Rapport de l'Inspecteur Général pour la Sûreté Nucléaire et la Radioprotection

2022





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 en 2022.

Il s'adresse aussi à tous ceux qui, dans l'entreprise, ses filiales et chez les prestataires, apportent leur contribution à la sûreté nucléaire et à la radioprotection, de la conception au démantèlement des installations.

Dans l'esprit d'information et de transparence de ma lettre de mission, ce rapport, dont la concision ne permet pas l'exhaustivité, met l'accent sur ce qui reste perfectible et fait l'objet de recommandations, suivies en conseil de sûreté nucléaire (CSN).

Les politiques du groupe EDF placent la sûreté nucléaire comme priorité absolue. La qualité de conception des installations et la rigueur d'exploitation par du personnel motivé et compétent en font une œuvre commune de tous les instants. Le traitement du phénomène inattendu de corrosion sous contrainte en est une parfaite illustration. Mon rôle est de déceler les signaux précurseurs qui pourraient nuire à la sûreté, de susciter la réflexion et de suggérer des pistes pour qu'elle progresse encore.

La qualité et la pertinence de ce rapport reposent sur la richesse des échanges avec le personnel rencontré, en France et au Royaume-Uni. La lucidité des constats, la transparence des appréciations de situation, la franchise des attentes et des interrogations, témoignent de la culture de sûreté qui règne dans le Groupe. Les entretiens avec les responsables du dialogue social, des commissions locales d'information, du corps médical, des instances indépendantes de sûreté sont aussi d'un grand apport.

L'année 2022 a été singulière avec les derniers soubresauts de la pandémie Covid et les bouleversements géopolitiques provoqués par l'invasion russe de l'Ukraine. Le choix de l'énergie nucléaire, pilotable et décarbonée, pour assurer l'autonomie stratégique et la transition écologique a démontré toute sa pertinence. Des marges fonctionnelles restent indispensables pour garantir que la sûreté ne sera jamais l'otage de la production. C'est le prix à payer pour concilier souveraineté et sûreté, tout en maîtrisant les coûts.

Ce rapport est le fruit d'un travail collectif avec Bertrand de L'Épinois, Jean-Paul Joly, Jean-Baptiste Dutto et Paul Wolfenden. J'adresse une mention particulière à Jean-Paul qui met un terme à sa longue et riche carrière d'exploitant nucléaire. Le chapitre consacré à Framatome est rédigé par son inspecteur général, Alain Payement.

L'IGSNR a été créée voilà quarante ans. Le changement de statut du Groupe ne devrait pas modifier les principes qui prévalent à l'élaboration de son rapport annuel. Dans la continuité de ceux qui l'ont précédé, forcément marqué par l'expérience de ses rédacteurs, il apporte un regard indépendant et libre de ton sur le Groupe. Il doit recevoir une large diffusion pour susciter l'attitude interrogative et critique, facteur clé du progrès continu de la sûreté.

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**

**Amiral (2S) Jean Casabianca
Paris, le 18 janvier 2023**



Présentation
du rapport

Sommaire

1	Rétrospective et perspectives	8
2	La sûreté au défi des compétences et de la simplification	16
3	Sécurité et radioprotection : sur le terrain avant tout	22
4	La maintenance au service de la disponibilité des équipements	26
5	Une année marquée par la corrosion sous contrainte	32
6	La sécurisation du démarrage de Flamanville 3	36
7	Le retour d'expérience, pilier de l'amélioration continue	42
8	La filière indépendante de sûreté : retrouver l'agilité	48
9	La déconstruction : un solide métier du nucléaire	54
10	Le rapport de l'Inspection générale de Framatome	60
	Annexes	66



L'année 2022 illustre la dimension stratégique de l'énergie nucléaire et son rôle dans la diplomatie internationale.

Pour renforcer la sûreté, la présence managériale, le maintien de compétences, la maîtrise du geste technique et le niveau d'exigence doivent être confortés.

Préserver et valoriser le relationnel et le collectif, l'incarnation et la responsabilisation, la transmission et le compagnonnage permettront au Groupe de relever ses défis.

Site de Saint-Laurent-des-Eaux

Rétrospective et perspectives

UN CONTEXTE INTERNATIONAL COMPLEXE

Pour la troisième année consécutive, de nombreux pays sont confrontés à une situation inédite. Après la surprise mondiale de la pandémie et les effets de la guerre aux portes de l'Europe, les conséquences des choix stratégiques des dernières décennies se font durement ressentir, notamment en matière de dépendance énergétique.

L'« opération spéciale » en Ukraine aura provoqué en Europe l'abandon des combustibles fossiles russes, accéléré le développement des énergies renouvelables (ENR), intermittentes et couplées au gaz, et aura confirmé le besoin de renouveler le parc électronucléaire. Paradoxalement, l'emploi de charbon et de lignite, allemands ou polonais, et l'importation de gaz de schiste américain sont relancés. Gage d'efficacité par son caractère décarboné et pilotable, le nucléaire, revenu en grâce, impose plus que jamais la rigueur de la sûreté, de la conception à l'exploitation.

LE NUCLÉAIRE : UNE DIMENSION STRATÉGIQUE, UN OUTIL DIPLOMATIQUE

La « diplomatie nucléaire » est des plus actives. Sur fond de guerre technologique et économique, la Russie, les Etats-Unis et la Chine poussent leurs pièces sur l'échiquier international et tentent d'imposer leurs technologies aux primo-entrants comme aux exploitants historiques, en Europe et ailleurs. Ces trois empires soutiennent leur industrie nationale et utilisent l'arme énergétique pour développer leur emprise géopolitique. La maîtrise des technologies nucléaires offre une alternative à l'hégémonie des détenteurs d'énergies fossiles, voire les renforce.

En 2030, la Chine deviendra le premier producteur d'électricité nucléaire au monde. « Durablement » premier pays pollueur en volume, avec près de 30 % des émissions mondiales de dioxyde de carbone liées à l'énergie, elle confirme aussi son statut de « locomotive de l'énergie nucléaire » avec un objectif national de 150 réacteurs d'ici à 2035. Mais, elle restera une « locomotive au charbon ». Au bilan, la part de l'énergie nucléaire dans la production d'électricité nationale ne dépassera pas 10 % de ses besoins.

Malgré le conflit en Ukraine, la Russie mène une activité diplomatique soutenue pour garder sa place de leader du marché du nucléaire à l'exportation en nouant des accords de coopération avec des pays d'Afrique et d'Asie et en restant très présente en Europe de l'Est.

Les Etats-Unis, en revenant dans l'accord de Paris sur le climat, parient sur les bénéfices d'une diplomatie climatique offensive avec le *Green*

New Deal. Ce changement spectaculaire pour retrouver un leadership historique se concrétise par le renforcement de l'alliance stratégique avec la Corée du Sud, une présence marquée à Bruxelles et à Vienne et des investissements en milliards de dollars. Et en Europe centrale, en prime du parapluie militaire, ils offrent la couverture énergétique.

LES NOUVEAUX ENTRANTS : L'ENJEU SÛRETÉ

Au-delà d'indéniables qualités bas-carbone, la dimension stratégique du nucléaire civil est incontestable. Son haut niveau technologique est un moteur pour l'industrie, la recherche et l'éducation des pays qui le développent.

Aujourd'hui, une trentaine de pays étudient la possibilité de s'engager dans la voie du nucléaire civil. L'enjeu de sûreté est considérable pour ces nouveaux entrants. En plus d'un tissu industriel de qualité et d'une chaîne logistique fiable, ils doivent développer la compétence et la culture de sûreté des exploitants, se doter d'une autorité de sûreté de poids et indépendante et faciliter l'accès au contrôle externe. C'est le prix à payer pour faire partie du club des opérateurs du nucléaire.

ZAPORIJIA : UN CHANTAGE À LA SÛRETÉ

La prise de la centrale de Zaporijia, un des cinq sites nationaux de production électronucléaire, prive l'Ukraine d'une source d'énergie majeure. Un chantage à la sûreté nucléaire s'en est suivi. Dans l'histoire des conflits, c'est une première, aussi imprévue que dangereuse. Une mission de l'Agence internationale pour l'énergie atomique (AIEA), sur site en septembre 2022, a établi un diagnostic de la sécurité et de la sûreté de la centrale. Elle a évalué l'intégrité physique des installations, la sécurité de l'approvisionnement électrique indispensable au refroidissement des réacteurs, l'état des systèmes de transmission, l'absence de dégâts dans les piscines d'entreposage du combustible usé et les conditions organisationnelles et humaines de l'exploitation.

Il ne me revient pas de juger de la sincérité des accusations portées sur les responsabilités respectives et la réalité des actes de bombardement et de sabotage des installations, mais le facteur humain est certainement l'élément majeur à prendre en compte en matière de sûreté. La fatigue physique, l'absence de liberté d'action du management et la détresse psychologique des équipes d'exploitation sont des facteurs aggravants face à une situation technique complexe.

EN FRANCE, UN RETOUR À LA NORMALE DIFFICILE APRÈS DEUX ANNÉES SINGULIÈRES

En dépit d'une baisse notable de production, 2022 aura été finalement une bonne année pour la filière : les Français en ont désormais une image positive et adhérent à son maintien à sa juste place dans le mix énergétique. Je retiens des résultats globalement en légère progression en sûreté, mais trop contrastés pour s'en contenter. Des progrès en radioprotection sont tangibles mais une attention particulière doit être portée aux tirs radiographiques et à la maîtrise de la contamination (*cf. chapitre 3*).



Rotor turbine de Fessenheim

Les orientations en matière de formation et d'entraînement restent à concrétiser sur le terrain. La présence managériale, le niveau d'exigence et la maîtrise du geste technique doivent être renforcés. Trop souvent, des non-conformités et des reprises de travaux relèvent d'un manque

de rigueur, tant en conduite qu'en maintenance. Heureusement, la sûreté n'a pas eu à pâtir d'un plan de charge des plus contraignants et je peux attester que l'amélioration continue de la sûreté reste bien la priorité du Groupe.

LE DISCOURS DE BELFORT : LES CONDITIONS DE MISE EN ŒUVRE

Au-delà de la réduction de notre consommation d'énergie et de l'accélération du développement des ENR, le président de la République, le 10 février 2022 à Belfort, a jugé nécessaire de « *prolonger la durée de vie de tous les réacteurs nucléaires qui peuvent l'être [...] et lancer dès aujourd'hui un programme de nouveaux réacteurs* ».

La poursuite de l'exploitation des réacteurs nucléaires après 50 ans nécessite un 5^e réexamen périodique par EDF et son instruction par l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN). Les quatrièmes visites décennales (VD4), associées aux modifications post Fukushima, améliorent très sensiblement la défense en profondeur : ce cran de sûreté du design devrait suffire à couvrir toute la durée d'exploitation restante. Au-delà des nécessaires vérifications de conformité, la priorité devrait désormais être accordée aux études et modifications liées au changement climatique. Les VD4 du palier 900 MWe ayant aussi été marquées par la complexité, lors de la programmation des visites décennales de l'ensemble des paliers, je recommande de ne pas la reproduire. Je préconise d'engager dès à présent une réflexion avec l'ASN sur l'arbitrage « *bénéfices vs risques* », sous l'angle de la sûreté, des modifications envisagées (*cf. chapitre 2*), et de davantage s'assurer de la capacité des équipes de conduite et de maintenance à s'approprier l'ensemble des modifications.

Le projet de six futurs (plus huit optionnels) EPR2 se structure en une approche palier, avec la volonté de dupliquer le même réacteur dans tous les sites, hors spécificités liées à la source froide. Je constate une meilleure association de l'exploitant au projet et l'intégration des premiers enseignements de Flamanville 3 (FLA 3). La direction de la DPN doit définir la stratégie d'exploitation du palier EPR2 et s'attacher à traiter, dès à présent, avec la DIPNN, l'excessive complexité des règles générales d'exploitation (RGE) déjà identifiée à FLA3. (*cf. chapitre 7*).

La création à la DIPNN d'une fonction technique transversale est trop récente pour en évaluer l'efficacité. Elle se mesurera dans la durée par sa capacité à être le gardien de la standardisation et de la prise en compte du retour d'expérience entre projets de l'ensemble du Groupe.

Pour terminer ce panorama des métiers du nucléaire, je constate un investissement important dans la déconstruction avec de belles synergies entre les directions du Groupe. Le site de Fessenheim, dynamique, a eu à cœur de tenir le planning d'évacuation du combustible des deux réacteurs (*cf. chapitre 9*). Le projet de piscine

centralisée à La Hague, essentiel à l'équilibre de l'aval du cycle, a franchi la phase de concertation préalable. Son calendrier d'engagement et de réalisation est de plus en plus contraint. Je salue le classement du projet de centre de stockage profond CIGEO à Bure comme opération d'intérêt national. Cette solution de gestion des déchets nucléaires est retenue aussi par la Suisse, la Suède et la Finlande.

LA CORROSION SOUS CONTRAINTE (CSC) : UN ALÉA INDUSTRIEL BIEN TRAITÉ

Alors que les effets de la crise Covid soumettaient EDF à un calendrier déjà serré pour résorber les reports de maintenance lourde, un phénomène inattendu est venu obérer la capacité de production (cf. chapitre 5).

En 2021, à l'énoncé des principes directeurs de ma grille de lecture, je n'imaginai pas qu'une actualité aussi sensible l'illustrerait si rapidement : EDF a été exemplaire, assumant son rôle d'exploitant responsable face à un aléa important. Luc Rémont, lors de son audition devant la commission des affaires économiques, le 26 octobre 2022, a déclaré que *« l'entreprise en liaison avec l'autorité de sûreté a appliqué d'emblée les mesures mettant la sûreté au 1^{er} plan, ce qui est à mes yeux une condition essentielle de la confiance qui lie EDF à la Nation sur le parc nucléaire »*.

Lors de contrôles périodiques, une attitude interrogative et conservatrice a permis d'identifier, d'analyser puis de traiter sur un réacteur du palier N 4, un phénomène inattendu de CSC. Les quatre réacteurs de ce palier ont été mis à l'arrêt. Pour se prémunir d'un effet générique, EDF a décidé de contrôler par sondage l'ensemble du parc. Des décisions difficiles d'arrêt de réacteurs en plein hiver ont été prises sans jamais transiger avec le principe de priorité absolue à la sûreté nucléaire.

Dans le traitement de cet aléa technique, EDF a démontré toute la force d'un groupe intégré disposant de compétences de conception et d'exploitation, d'expertises scientifiques et de savoir-faire pratiques.

Fondée sur la confiance, le dialogue et une transparence irréprochable, la relation entre exploitant et autorité de sûreté a permis à celle-ci d'organiser la contre-expertise sous agenda contraint, avec le temps et le degré d'exigence requis par la sûreté. C'est un élément indispensable au bon fonctionnement et au crédit de l'industrie nucléaire française.

L'intégralité de la capacité nationale étant mobilisée entre traitement correctif de la CSC et la maintenance préventive lourde du parc, il a notamment fallu solliciter un fondeur européen pour les approvisionnements en tuyauterie. Et même s'il est somme toute resté limité, le recours à des intervenants étrangers met une fois de plus l'accent sur le manque de ressources en soudeurs et tuyauteurs. D'où

l'importance de l'ouverture à Cherbourg, en 2021, d'une école de formation aux métiers de soudeurs, sous l'impulsion d'EDF, avec Orano et Naval Group. Les premiers apprentis ne seront pas opérationnels avant plusieurs années mais au rendez-vous de la construction des EPR2.

Cet aléa industriel rappelle que la sûreté se conçoit mal sans marge de capacités de production pilotables. En 1988, le sujet était déjà à l'ordre du jour des réflexions du chef du SCSIN, prédécesseur de l'ASN. Tout est dit et a été repris par ses successeurs, manifestement sans succès...

Michel Lavérie, chef du SCSIN en 1988

« Compte tenu du poids du parc électronucléaire standardisé, il est indispensable d'anticiper les problèmes techniques qui entraîneraient soit des immobilisations prolongées pour réparation, soit la fin de vie des installations. Il ne serait donc pas acceptable de devoir prolonger le fonctionnement d'un ensemble d'installations, devenues moins sûres, faute de capacité de remplacement engagées suffisamment tôt. Il convient également qu'à tout instant une marge dans les capacités de production permette de gérer correctement des immobilisations imprévues. Des réflexions, auxquelles l'autorité de sûreté devra être associée dès 1989, sont également engagées pour définir le produit de remplacement [...] Compte tenu des délais de réalisation, c'est donc avant l'an 2000 que la construction des premières tranches devra sans doute être engagée. »

UNE LONGUE DERNIÈRE LIGNE DROITE POUR L'EPR

Après ceux de la Chine et de la Finlande, Flamanville 3 sera le quatrième EPR en service.

Un travail de fond de grande qualité a été réalisé, en particulier sur les chantiers de réparation des soudures. Les dossiers techniques qui restent en cours d'instruction font l'objet d'une mobilisation à la hauteur des enjeux. Les équipes du site devront être totalement impliquées dans les essais de démarrage pour parfaire leur appropriation des installations, d'autant plus qu'elles sont majoritairement constituées de primo-intervenants.

Le programme de la première visite complète (VC1) mérite d'être retravaillé avec l'autorité de sûreté afin de ménager une charge industrielle soutenable. Ainsi, j'estime qu'en l'absence d'impératif de sûreté le remplacement du couvercle, aujourd'hui calé sur une échéance calendaire proche du couplage effectif sur le réseau, devrait plutôt coïncider avec une visite décennale (cf. chapitre 6).

NUWARD™ SUR LA LIGNE DE DÉPART

La centaine de projets de petits réacteurs modulaires (SMR) dans le monde porte aussi bien sur des réacteurs à neutrons rapides que sur des réacteurs à sels fondus, à eau bouillante (REB) ou sous pression (REP), avec des puissances allant de quelques MW à plusieurs centaines de MW.

Simplification du design, moindre puissance, modularité, standardisation de la fabrication sont autant de paramètres favorables à la sûreté de ces réacteurs, à la maîtrise de leur coût et à leur durée de construction. L'électronucléaire devient ainsi accessible à de nouveaux acteurs et plusieurs pays primo-entrants les inscrivent dans leurs feuilles de route. L'agence de l'énergie nucléaire de l'OCDE estime que les SMR couvriront jusqu'à 10 % de la production nucléaire d'ici à 2040.



Bâtiment réacteur de Torness

Développé par le CEA, EDF, Naval Group et TechnicAtome, rejoints par Tractebel, Nuward™ est au stade de la confirmation de ses principales caractéristiques techniques et du design préliminaire. Sa construction pourrait débuter au tournant des années 30 moyennant un ambitieux programme d'essais et de validation technologique. J'observe avec intérêt la démarche des autorités de sûreté française, finlandaise et tchèque, qui lancent une étude conjointe de certification. Elle devrait faciliter l'obtention de licences à l'international.

AU ROYAUME-UNI, UNE POLITIQUE ÉNERGÉTIQUE RÉSOLUMENT NUCLÉARISÉE

L'année 2022 a vu une augmentation de la production grâce à une mobilisation des ressources autour de l'outil industriel.

Après cinq ans d'amélioration, les performances de sûreté se sont stabilisées. Toutefois, la configuration des matériels, la conformité aux spécifications techniques d'exploitation (STE) et le respect des normes de sécurité industrielle par les intervenants ont pu être pris en défaut. Les plans d'action et les initiatives de sécurité ont été réévalués et mis à jour. La présence managériale et le coaching, essentiels à l'amélioration durable des performances, sont renforcés par des visites d'assistance de l'état-major afin de soutenir les plans d'amélioration locaux.

Malheureusement le chantier de Hinkley Point C, jusque-là référence en matière de sécurité, a été endeuillé par un accident mortel lors d'un travail de voirie.

LE RENOUVELLEMENT DU PARC NUCLÉAIRE

Le gouvernement du Royaume-Uni a fait du développement du nucléaire l'une des priorités de sa stratégie énergétique visant à l'indépendance du pays et, d'ici à 2050, la neutralité carbone. Actuellement, 13 % de l'électricité du pays sont d'origine nucléaire.

Tous les réacteurs Magnox sont définitivement arrêtés et les premiers réacteurs AGR sont en cours de déchargement après plus de 40 ans d'exploitation. Les centrales de Hunterston B et de Hinkley Point B, à l'arrêt définitif, ont débuté leurs opérations de déchargement. Maintenir les compétences et les connaissances, préserver une approche sécurité et sûreté dans un environnement opérationnel très différent représentent autant de défis auxquels le parc britannique s'est bien préparé.

Outre des annonces sur la production des renouvelables et l'extraction d'hydrocarbures en mer du Nord, le Royaume-Uni vise la construction de 24 GWe nucléaire (7 en exploitation aujourd'hui) d'ici à 2050. Cet objectif passe par la mise en chantier d'une première série de huit réacteurs nucléaires, dont les deux EPR de 1600 MWe prévus à Sizewell C.

L'objectif est de bénéficier des synergies et du partage d'expérience dans le programme EPR britannique, avec un modèle d'exploitation commun de type *One operator* quelles que soient les modalités financières et l'architecture juridique des sociétés exploitantes.



Les projets
SMR



Technicien à Hartlepool

LA PROLONGATION D'EXPLOITATION

Les inspections du graphite n'ayant pas révélé d'évolution défavorable, les dates d'arrêt des réacteurs AGR de Heysham 1 et de Hartlepool pourraient être repoussées. La décision doit impérativement être prise et intégrée par les exploitants afin d'éviter les risques de sûreté, inhérents aux attermolements des programmes de fin de vie (maintenance, motivation, etc.).

EDF NG souhaite prolonger de 20 ans, de 2035 à 2055, l'exploitation de l'unique réacteur à eau pressurisée (REP) du pays, Sizewell B. Les études sont engagées et les travaux planifiés. Connecté au réseau en 1995, ce REP de 1 200 MWe est le plus puissant de Grande-Bretagne. Après la fermeture des derniers AGR, les seuls réacteurs en exploitation seront des REP. Le lien avec la flotte française sera plus que jamais indispensable.

LE NUCLÉAIRE : UN ATOUT POUR DEMAIN

UNE ÉNERGIE DÉCARBONÉE ET PILOTABLE

La France a su déployer un programme en toute sûreté et sans incident notable remettant en cause les technologies utilisées. Le parc assure depuis près de 50 ans, la fiabilité du réseau électrique, la sécurité d'approvisionnement du pays et, dans l'esprit d'Euratom, une contribution notable à l'équilibre du réseau européen. Il fournit aujourd'hui une production décarbonée, *a contrario* de pays européens qui se prévalent « plus verts ».



La montée en puissance des énergies renouvelables non pilotables (solaire et éolien) ne suffira pas à satisfaire à la demande. De plus, leur intermittence ne leur permettra pas d'assurer à elles seules la sécurité d'approvisionnement des réseaux électriques, alors que le risque de black-out généralisé mérite une attention particulière, y compris en matière de sûreté.

Autre enjeu majeur, l'eau douce, rendue plus précieuse encore par la croissance démographique, source de vie, source d'énergie pour les centrales hydro-électriques, source froide pour le nucléaire. Son partage devient un sujet de tension. Si les données historiques montrent que les conflits d'usage ont été l'exception et la coopération, la norme, cela ne préjuge en rien de l'avenir.

Le spectre de la « guerre des eaux », ravivé par les aléas climatiques, prêche pour qu'un exploitant nucléaire maîtrise ses réseaux hydrauliques. A EDF, de nombreux domaines techniques de l'hydraulique sont cruciaux pour la sûreté du parc nucléaire: tenue des digues, génie civil, géologie, sécurisation de la source froide, maîtrise des risques d'inondations. EDF Hydro assure la régulation des débits fluviaux et garantit le secours électrique des réacteurs, en cas de besoin.

TAXONOMIE EUROPÉENNE : ATTENTION AUX MODALITÉS D'APPLICATION

Dans l'Union européenne, l'énergie nucléaire continue à jouer un rôle à la fois crucial et controversé. Malgré ses avantages économiques, environnementaux et climatiques, elle suscite toujours une opposition politique forte, empreinte d'un fort *a priori* idéologique et de mauvaises considérations sur la sûreté et la gestion des déchets radioactifs.

Après de longues négociations, l'inclusion du nucléaire dans la taxonomie européenne constitue une nouvelle reconnaissance sur le plan climatique. Toutefois le texte ne s'applique pas aux activités du cycle du combustible et de gestion des déchets, pourtant indispensables à la sûreté du système de production.

De plus, il définit des conditions procédurales restrictives pour qu'un projet puisse bénéficier du label vert. Le risque de voir les instances européennes s'ingérer dans l'appréciation technique de la sûreté est grand. Or celle-ci doit relever des seules autorités nationales de sûreté, indépendantes.



Vers le mix énergétique

LES DÉFIS DE L'INNOVATION

Au plan mondial, européen et national, l'énergie nucléaire a bien un avenir. Les progrès en matière d'innovation et les perspectives ouvertes, notamment par les nouveaux systèmes modulaires, offrent une option économique compétitive et compatible avec les contraintes environnementales. L'innovation reste le facteur clé de l'attractivité de la filière et la R&D un pilier de ses compétences. Les défis sont nombreux, technologiques, financiers et humains.

Réacteurs à neutrons rapides, au thorium, à sels fondus, fusion nucléaire, construction de la nouvelle génération de réacteurs et démantèlement des plus anciens, traitement des déchets à vie longue, sont autant de projets pour lesquels il faut trouver les financements, développer les capacités industrielles, acquérir et maintenir les

compétences et les expertises nécessaires à leur conception, leur développement et leur exploitation en toute sûreté.

LE DÉFI DES RESSOURCES HUMAINES

Le nucléaire exige une culture de sûreté solide, qui peut s'enseigner de manière professorale *ab initio*, mais se forge et se sédimente surtout par l'expérience.

La sûreté nucléaire peut en effet être abordée comme un dogme rigoriste, ou alors de manière rationnelle, rigoureuse et incarnée. L'exercice peut être appréhendé avec une approche administrative et procédurière alors qu'en réalité sa maîtrise repose sur le travail individuel, la pratique de terrain, les échanges collectifs et une bonne prise en compte du facteur humain.

Dans un contexte de relève générationnelle, satisfaire nos ambitions conduira à augmenter massivement les recrutements : 50 % des ingénieurs du nucléaire de 2030 ne sont pas encore dans la filière aujourd'hui. Recruter du personnel motivé et développer par anticipation des compétences puis les maintenir dans la durée constituent, y compris en matière de sûreté, le principal défi de la filière.

LE DÉFI DES ORGANISATIONS ET DES MÉTHODES DE TRAVAIL

Décarbonée, propice à l'innovation, l'énergie nucléaire suscite un légitime regain d'intérêt parmi les jeunes générations soucieuses de développement durable. Il semblerait pourtant que cela ne suffise pas et que le télétravail soit invoqué comme condition d'attractivité et de fidélisation. En reprenant mes propos du précédent rapport, je confirme que, dans l'urgence et sous contrainte sanitaire, des nouvelles méthodes ont dû être adoptées mais que de mauvaises habitudes ont pu être prises.

Si « travailler autrement » par le télétravail présente d'indéniables avantages, ceux-ci sont très individuels (économie du temps de trajet, surtout en région parisienne) et négligent le collectif. Avons-nous bien pris en compte tous les facteurs humains et organisationnels avant un pareil changement de nos pratiques ? En matière de culture de sûreté, les nouveaux arrivants, qui doivent s'en imprégner, et nos managers de première ligne qui en sont les premiers garants, y sont-ils bien préparés ?

Sommes-nous sûrs de garder le contact avec la réalité depuis notre domicile ? Comment développer des relations avec ses collaborateurs ? Quelle culture d'entreprise, quel projet collectif survivront à ce changement radical des relations humaines ? La lutte contre le cloisonnement, la valorisation des travaux en plateaux, la création de « situations de proximité » pour faire fructifier les échanges, autant de mantras brutalement rangés aux oubliettes !

Le télétravail préserve-t-il les transmissions de savoir par des rituels non soumis à procédure comme l'après-réunion ou le lever de doute à la machine à café ? Ne risque-t-il pas de tuer la spontanéité des échanges oraux face à un problème et, de fait, d'entraver la créativité et l'innovation ?

Or face à une charge de travail qui ne cesse de s'alourdir, il faut savoir libérer du temps pour mieux connaître son environnement humain, favoriser les interactions interpersonnelles, s'assurer du bon apprentissage des outils, souvent par compagnonnage, s'intéresser aux conditions de travail, partager les expériences. Finalement « manager autrement » pour développer la confiance, l'autonomie, l'initiative, la responsabilité, la rigueur, et donner du sens... tout en restant exigeant et présent.

« Se réunir est un début, rester ensemble est un progrès, travailler ensemble est la réussite » selon Henri Ford.



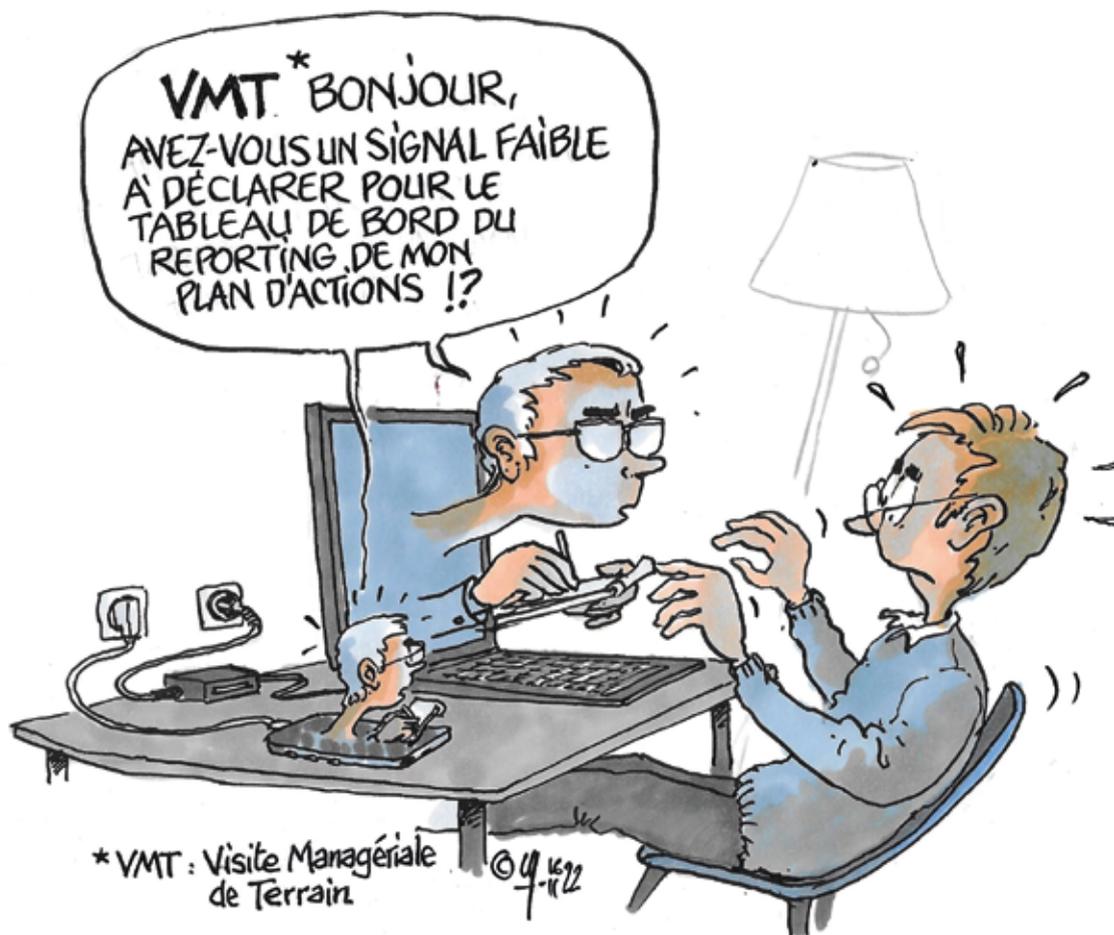
© Nicolas WAECKEL

POUR CONCLURE

La nouvelle génération d'hommes et de femmes des parcs français et britannique du groupe EDF devra faire face à trois enjeux :

- poursuivre le fonctionnement des réacteurs opérationnels et, pour cela, établir et justifier les conditions de leur exploitation en toute sûreté au-delà de cinquante ou soixante ans ;
- construire un nouveau palier de réacteurs d'un haut niveau de sûreté, avec un outil industriel performant capable, en sécurité, de respecter les échéances et de maîtriser les coûts ;
- déconstruire les réacteurs UNGG, AGR et REP parvenus en fin d'exploitation et continuer à développer une filière pérenne de traitement et de stockage des déchets à vie longue.

Je ne peux qu'inciter ceux qui rejoignent la filière à suivre cette recommandation de l'amiral François Dupont, premier pacha du Triomphant : « Revenir sur les fondamentaux, conserver intacte la soif d'apprendre : ainsi est-on assuré non seulement de s'améliorer sans cesse, mais aussi de tordre le cou à la routine ».



L'année a été placée sous le signe de la corrosion sous contrainte en France et du début de déchargement de réacteurs AGR au Royaume-Uni, deux situations bien gérées.

Certains événements de conduite appellent à insister sur la rigueur et sur la maîtrise des bases du métier.

La présence terrain progresse et les compétences sont identifiées comme enjeu essentiel mais un vrai mouvement de simplification tarde à se concrétiser.

La sûreté au défi des compétences et de la simplification

02

Le parc français a vécu l'année 2022 sous tension, la corrosion sous contrainte (CSC) de tuyauteries en acier inoxydable (*cf. chapitre 5*) se cumulant au lourd programme industriel des quatrièmes visites décennales (VD4) et à la reprise de travaux post Covid. Les études de prolongation au-delà de cinquante ans ont débuté.

Au Royaume-Uni, le déchargement de réacteurs AGR (*defueling*) a commencé. Quant aux réacteurs de Torness et de Heysham 2, ils doivent désormais remplacer leurs assemblages de combustible réacteurs à l'arrêt et dépressurisés. Ce mode d'exploitation exige des manœuvres plus lourdes et fréquentes. Les inspections du graphite de Hartlepool et de Heysham 1 laissent entrevoir une possible prolongation d'exploitation. Sizewell B, seul réacteur à eau sous pression (REP) britannique, se prépare à une exploitation au-delà de quarante ans et les prochaines années verront de substantiels arrêts de tranche.

UNE ACTUALITÉ DENSE

CANICULE : PAS DE CONSÉQUENCES SÛRETÉ ET MATIÈRE À RÉFLEXION

Les sites français et britanniques n'ont pas rencontré de problèmes de sûreté lors des canicules de l'été. Les températures des locaux et des matériels sont restées normales. Les actions du « plan grand chaud » de la DPN, post canicule de 2003, se sont révélées efficaces (comme l'augmentation de la capacité d'échangeurs). Les difficultés ont concerné les valeurs réglementaires de rejets thermiques dans les fleuves, fixées au titre de l'environnement. Afin de maintenir en puissance certains réacteurs pour assurer l'équilibre du réseau, des dérogations temporaires ont été données par l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN). Le dispositif a bien fonctionné, grâce aux procédures, à la modélisation des panaches thermiques et à la connaissance de leurs effets sur l'environnement aquatique, développées au fil des décennies.

Les canicules de 2022, comme en 2021 les pluies de la région d'Agen et les inondations en Allemagne et en Belgique, illustrent que les phénomènes naturels sont sujets aux imprévus, qui en font un des principaux risques pour la sûreté. Il faut continuer à travailler sur les projections locales du changement climatique, en particulier insérer dans les modèles les évolutions prévisibles des phénomènes, en complément des méthodes usuelles d'analyse statistique des données passées.

J'apprécie l'engagement résolu du Groupe dans l'anticipation des effets du changement climatique et de celui de la ressource en eau (dont l'enjeu principal est la production). Il s'appuie sur des travaux de R&D auxquels je porterai un intérêt particulier. Ainsi, la conception des futurs réacteurs devra traiter d'éventuels déficits hydriques.

VD4 : UN PROGRAMME INDUSTRIEL À MAÎTRISER

Les VD4 du palier 900 MWe se sont poursuivies à un rythme soutenu en 2022 dans quatre réacteurs en arrêt et sept en fonctionnement. Les travaux préparatoires tranche en marche représentent une situation durablement inhabituelle pour la sûreté (nombreux échafaudages, interventions dans des locaux sensibles, etc.) avec un risque avéré d'accoutumance : s'y résoudre ne doit pas conduire à s'y habituer mais à maintenir la vigilance lors de ces phases sensibles (*cf. rapports 2020 et 2021*). Les analyses de risque (ADR) ne sauraient suffire : j'estime indispensable d'assurer une présence plus systématique de l'exploitant sur le terrain pour surveiller ces interventions et en vérifier les conditions de sûreté. Il conviendra également d'intégrer le retour d'expérience de la réalisation des VD4 900, pour optimiser l'ordonnancement des travaux entre ceux qui seront faits réacteur en fonctionnement et ceux réalisés réacteur en arrêt.

Les modifications, les diesels d'ultime secours, les nouvelles règles générales d'exploitation (RGE) suscitent toujours des difficultés de prise en main, en dépit d'un lourd programme de formation : un effort significatif s'impose, jusque sur le terrain, car l'appropriation de l'installation est essentielle à la sûreté.

Le retour d'expérience doit être tiré pour les VD4 du palier 1300 MWe et les VD3 du palier N4. Si l'objectif général est de s'aligner sur les VD4 900 MWe et de ne pas en augmenter le volume des travaux, je constate dès à présent qu'il risque de ne pas en être ainsi. Il me semble qu'il faut être plus ambitieux : sans remettre en cause les réelles améliorations de la défense en profondeur, je propose de se dispenser des modifications qui ne font progresser la sûreté qu'à la marge et complexifient l'exploitation par effet de cumul.

Les VD5 900 MWe, dont la préparation va commencer, devraient à mes yeux se concentrer sur la conformité des installations et sur la justification de la qualification des matériels au moins jusqu'à 60 ans. Le réexamen devrait porter en priorité sur les agressions, notamment climatiques et les éventuelles modifications induites.

COMBUSTIBLE : UN SOLIDE PILOTAGE TECHNIQUE

Au Royaume-Uni, en 2022 comme en 2021, aucun assemblage de combustible (AC) n'a été détecté inéanche. En France, 4 AC l'ont été (5 en 2021).

La corrosion des gaines en alliage M5 (cf. rapport 2021) concerne tous les paliers, le 900 MWe dans une moindre mesure. La teneur en fer, facteur prépondérant, fait l'objet d'une nouvelle spécification. Cette anomalie n'affecte pas la sûreté car la corrosion du M5 n'entraîne pas d'hydruration qui fragiliserait les gaines en situation accidentelle.

L'examen du retour d'expérience du combustible pendant la période 2010-2019 a montré que les difficultés techniques ont été résolues de manière satisfaisante. Il a confirmé la nécessité de mieux exploiter le REX international.

Dans les études, le code de calcul Odyssee prouve déjà son utilité opérationnelle.

Les difficultés de livraison d'assemblages de MOX par l'usine Melox perdurent mais la production s'est améliorée en 2022.

Les projets EPR et EPR2 ont intégré le REX des événements affectant le combustible de Taishan (cf. chapitre 6).

INCENDIE : EN FRANCE, LE RÔLE DES ÉQUIPES DE PREMIÈRE INTERVENTION

Nonobstant le projet de réforme visant à disposer de permanences de pompiers professionnels dans certains sites français, j'encourage à développer les capacités de première intervention des équipes de quart. C'est un modèle général des exploitants nucléaires, dont EDF NG.

L'intervention sur feu développé demande du discernement. A ce titre, il convient de saluer l'équipe de quart de Belleville qui, en 2020, a maîtrisé dans les règles de l'art un feu dans le parc à gaz. C'est un exemple de discernement, fondé sur l'expérience des agents (plusieurs sapeurs-pompiers volontaires), l'analyse collective de la situation, la clarté de l'intervention à réaliser. La bonne gestion de cet événement confirme tout l'intérêt de susciter les vocations de sapeurs pompiers volontaires chez les salariés et les prestataires.

J'apprécie la qualité des relations entre les CNPE et les services départementaux d'incendie et de secours (SDIS), en particulier grâce aux officiers sapeurs-pompiers professionnels détachés dans les sites. En interne, des chargés d'incendie souffrent parfois d'une certaine solitude : la culture incendie doit pourtant être l'affaire de tous.

Les recyclages en réalité augmentée se développent : j'appelle à la vigilance car le virtuel ne répond pas à tous les besoins de terrain et ne peut se substituer aux entraînements réels.

Dans les installations, il faut continuer à progresser, en France, dans la maîtrise des charges calorifiques et, au Royaume-Uni, dans l'entretien des matériels électriques et des systèmes de détection et d'extinction.

GESTION DE CRISE : ASSURER L'ENTRAÎNEMENT DE TOUS

En France, aujourd'hui, la FARN s'entraîne dans des CNPE sans que ceux-ci ne saisissent toujours l'occasion d'un entraînement conjoint (sans pour autant mettre en œuvre l'organisation PUI). J'apprécie que l'organisation nationale de crise et la force d'action rapide nucléaire (FARN) se regroupent car on peut en attendre une meilleure articulation.

Comme indiqué dans mon rapport 2021, il faut accentuer la professionnalisation sur le terrain, aller jusqu'au bout des entraînements, s'assurer que chacun saura, le jour venu, connecter les matériels, manœuvrer les vannes, configurer les tableaux électriques, coordonner les opérations dans le bon ordre.



Exercice FARN à Belleville

La gestion prévisionnelle des emplois et des compétences (GPEC) de la FARN, pas toujours prioritaire, présente quelques fragilités qui exigent d'y prêter attention.

Au Royaume-Uni, certains postes d'astreinte du PUI (emergency controllers, responsables radioprotection, etc.) ne sont pas pourvus à cause d'un *turn-over* défavorable au maintien de compétences. Un exercice a dû ainsi être rejoué car l'équipe d'astreinte ne maîtrisait pas l'ensemble des procédures.

Je suggère, dans les deux parcs, une revue d'ensemble des exigences d'entraînement et d'exercice des personnels d'astreinte et de quart car leur fréquence me paraît insuffisante.

CONDUITE : AU CENTRE !

EN FRANCE, UNE TROP GRANDE HÉTÉROGÉNÉITÉ DES PRATIQUES ET DES COMPÉTENCES

Certains événements de l'année questionnent les compétences et le respect de règles de base (manœuvre de grappes de commande concomitante d'une borication, non-respect de la valeur minimum du taux de comptage du flux neutronique, isolement d'un échangeur RRI/SEC alors que le circuit de refroidissement à l'arrêt était en service).

J'observe trop d'hétérogénéité entre sites et, dans un même site, entre équipes de quart, qu'il s'agisse de sérénité et de surveillance en salle de commande, du rôle du pilote de tranche ou de la formation des équipes pendant le quart. Si on voit de bonnes choses, il convient d'en faire la pratique générale.

Il faut aussi mieux prendre en main la question des compétences après les formations initiales, complètes et solides. Cela doit avant tout relever du management, en particulier du chef d'exploitation (CE).

Les entraînements juste à temps sur simulateur continuent de se développer : bénéfiques, ils doivent être généralisés. La formation interne à l'équipe de quart doit redevenir une pratique courante, en étudiant davantage la physique, en approfondissant les systèmes, en préparant des exposés, en ayant accès au simulateur en libre-service, etc. Les recyclages aussi demandent plus d'engagement managérial : présence du CE ou du chef d'exploitation délégué lors des séances, suspension du quart en cas d'échec au test, etc. Je m'y intéresserai particulièrement l'an prochain.

Bien qu'un directeur délégué de la DPN soit désormais responsable du projet « performance de la conduite », ce qui est positif, je constate toujours un éparpillement des acteurs centraux, qui nuit à la cohérence et à l'efficacité d'ensemble. De plus, des plans d'action multiples traitent de sujets connexes et s'enchevêtrent : non-conformités aux spécifications techniques d'exploitation (NC STE), transitoires sensibles, maîtrise de la réactivité, arrêt automatique réacteurs (AAR). Les NC STE persistent à un niveau trop élevé ; la DPN a mis en place un appui dédié à quatre sites à l'origine de plus de la moitié de celles de l'été 2022.

J'estime que la conduite exige davantage de rigueur, un accent plus permanent sur les compétences, une présence managériale plus appuyée, dans la mesure où elle exerce des responsabilités majeures et où elle doit tirer l'ensemble vers le haut par son exemplarité (cf. rapport 2021).

AU ROYAUME-UNI, UNE BONNE ANIMATION DES FONDAMENTAUX MAIS DES VOIES DE PROGRÈS

En salle de commande, j'observe une bonne sérénité et une supervision efficace. La *Fuel route* est parfois plus éloignée de l'équipe mais des actions de réintégration dans le collectif sont en cours. Les faiblesses concernent le nombre de NC STE (dont plus de 50% sur un même site), les lignages et les consignations, domaines où des progrès sont attendus.

J'ai vu des exemples convaincants de travail sur les fondamentaux : sur simulateur ou en analyse d'incident, on discerne ce qui, dans les réussites ou les faiblesses, relève de chacun d'entre eux. Je note aussi avec intérêt le déploiement de la démarche *Line of sight to the reactor core*. Promue par INPO à la suite d'événements de conduite aux Etats-Unis, elle vise à renforcer le développement des capacités individuelles et collectives.

LA SÛRETÉ AU CŒUR DU MANAGEMENT

Le Groupe a publié en 2021 une nouvelle version de sa politique de sûreté nucléaire. Y accéder dans l'intranet n'est pas immédiat. J'observe aussi un foisonnement de politiques sûreté, ou « intégrées » ou des « intérêts protégés ». Une seule politique de sûreté nucléaire suffit, celle du Groupe. Elle doit être visible, accessible, référencée et déclinée dans les documents des unités.

LA PRIMAUTÉ DE LA SÛRETÉ : UNE AFFAIRE DE LEADERSHIP

Cette année encore, j'observe une très solide priorité accordée à la sûreté par les directions des deux parcs, comme en témoignent la gestion de la CSC et celle de la transition vers le démantèlement des AGR. Dans les sites nucléaires, la sûreté est une réalité quotidienne, ancrée dans les esprits et les pratiques. Dans le contexte de tension des marchés électriques et de pression sur la production, il faut toujours rester vigilant.

En France, la sûreté est trop souvent perçue comme le devoir de bien répondre aux questions de l'ASN. Je l'entends moins systématiquement et c'est un progrès sensible. Néanmoins, certains services centraux ou ingénieries dont le travail est sanctionné par une autorisation de l'ASN ou un avis de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) ont, sous la pression, tendance à en faire l'objectif premier.

Le leadership sûreté reste souvent associé aux FIS ou aux responsables de macro-processus sûreté, or il relève avant tout des lignes opérationnelles. Je le souligne depuis plusieurs années et regrette de ne pas voir de progrès plus marqués.

CULTURE DE SÛRETÉ : TRAVAILLER SUR LE TERRAIN

Le Groupe manifeste une qualité générale : la parole y est libre. Des instances de débat technique se développent, c'est à poursuivre. La transparence me paraît bien établie.

La perception des risques me semble devoir être développée dans l'ingénierie où elle n'est pas assez homogène : décliner des spécifications ne suffit pas, il faut maîtriser le pourquoi des choses.

De plus, le sens se perd trop souvent face au volume et à l'obscurité des textes. Par exemple les survols de cuve sont appréhendés comme une affaire de STE (nombre autorisé et lignage du circuit ETY) et le lien avec la physique — ne pas risquer d'endommager le combustible — semble distendu.

Les enquêtes culture de sûreté se sont généralisées. Il est essentiel de ne pas s'en tenir à leurs résultats chiffrés, fussent-ils flatteurs, mais de s'attacher à ce qu'elles révèlent qualitativement des équipes et des services. Je salue les initiatives, en France et au Royaume-Uni, visant à examiner les contrastes plutôt que les valeurs globales et à travailler au niveau des équipes, par des entretiens sur site. Je suivrai avec intérêt leur développement.

Une enquête exprime que « *les mots n'ont plus de sens* » : cette prise de conscience me paraît salutaire et il faut y remédier (cf. rapport 2021). Toujours dans le domaine du langage, les diagnostics annuels de sûreté font, à la DPN, un contresens, en cours de correction, en traitant au chapitre culture de sûreté le fonctionnement des processus (cf. chapitre 8).

« PROFESSIONNALISER LES HOMMES AU LIEU DE SOPHISTiquer STRUCTURES ET PROCÉDURES »

EDF recèle d'immenses compétences et manifeste une grande capacité à les mobiliser. Elles ne sont toutefois pas assez homogènes et la préservation de ce capital est fondamentale.

J'observe une prise de conscience mais la transformation reste à mener, en particulier en France. Je note que c'est un des axes centraux de START 2025 à la DPN. Tous les niveaux de management doivent sortir de la logique selon laquelle les compétences sont l'affaire de la formation et des comités, et s'en affirmer responsables.

Dans l'ingénierie, les immersions en CNPE se mettent en place. Mais la formation technique initiale est souvent tardive ou incomplète. Il faut un programme d'ampleur en prévision des recrutements massifs et j'apprécie les orientations de l'UFPI dans ce sens. Une politique similaire mériterait d'être étendue aux ingénieries des CNPE : formation technique initiale, parcours qualifiant et recouvrement à la prise de poste n'y sont pas systématiques.

L'UFPI est un bel outil, dont les liens avec les sites sont étroits. Sa GPEC doit être soignée, en faisant venir des agents expérimentés,

d'autant plus qu'elle souffre d'un déficit chronique de formateurs process. Un poste d'instructeur devrait être valorisant et une étape naturelle d'une carrière à la conduite. Au plan national, l'UFPI est trop positionnée en prestataire seulement.



Préparer l'avenir par l'apprentissage à Heysham 2

En France, les enjeux de compétences dépassent l'entreprise. Les initiatives collectives de l'industrie (GIFEN) comme l'Ecole de soudage sont positives. Les liens avec l'Education nationale sont essentiels pour promouvoir les métiers techniques, revaloriser les filières professionnelles (lycées techniques, CAP et BTS de mécanique et d'électricité), retrouver le goût des métiers manuels. Le dispositif devra rapidement s'adapter aux très importants besoins futurs.

Le développement de l'apprentissage contribue à la réindustrialisation de la France ; il faut néanmoins en revoir les règles et modalités car les apprentis ne peuvent aujourd'hui presque pas intervenir dans les CNPE. C'est une pratique très ancrée chez EDF NG et qui fait ses preuves. Une voie de progrès y serait, en complément, de mieux savoir reconnaître les cursus professionnels extérieurs.

LE FLÉAU CHRONIQUE DE LA COMPLEXITÉ

Le Groupe manifeste une très grande capacité à répondre efficacement aux crises. En revanche, l'efficacité au quotidien demeure une question persistante.

Comme exprimé dans mon rapport 2021, l'efficacité concerne aussi la sûreté car la lourdeur des processus, l'hypertrophie de la documentation, l'omniprésence des modes de preuve, l'empire de la démonstration de sûreté, le jargon abstrait, la difficulté à agir font perdre les repères et le sens. Sans parler du dynamisme, de l'initiative

et de l'esprit de responsabilité. Il semble qu'à force de multiplier des parades de l'ordre du processus et de la documentation, de vouloir écrire tout ce qui doit être su et d'espérer que tout ce qui est écrit sera fait, on perde en maîtrise du geste technique.

Trois causes de complexité se conjuguent : morcellement des organisations, tendance naturelle des services centraux à prescrire, excès de l'esprit de démonstration de sûreté.

Le morcellement des organisations se traduit par celui des compétences et des responsabilités, les silos et la longueur des chaînes de décision. La multiplication des interfaces engendre celle des processus et des comités. Une énergie considérable est consommée à vaincre l'entropie.

L'excès d'administration, dérive naturelle de services centraux, tient à la tendance à vouloir tout justifier de la sûreté nucléaire « depuis Paris ». Les responsabilités ne sont pas exercées au bon niveau et remontent trop systématiquement à un échelon supérieur. D'où une inflation de directives, plans d'action, exigences, référentiels, *reporting*, etc.

La complexité tient aussi à un mouvement intellectuel et réglementaire qui voudrait, à tout sujet, une démonstration de sûreté et des modes de preuve. On privilégie ainsi la documentation au terrain, les référentiels aux compétences, les processus à la technique, la conformité aux responsabilités.

En résultent la multiplication des scénarios dans les RGE et des matériels dans les STE, le labyrinthe de l'arrêté ESPN, un retour d'expérience administré plutôt que vécu (*cf. chapitre 7*). De même, la prise en compte massive des moyens de la FARN dans une démonstration de sûreté aux scénarios de plus en plus exigeants, pourrait altérer sa capacité à faire face à l'imprévu. On contreviendrait ainsi aux leçons de Fukushima et de Three Mile Island¹.

Je ne perçois pas de vrai mouvement de simplification. Pourtant, le constat est partagé entre états-majors de la DPN et de l'ASN. Reste à le traduire dans les faits. J'approuve que les directions d'*EDF NG* et de la DPN insistent sur le professionnalisme et les comportements plutôt que sur l'ajout de nouveaux processus.

J'apprécie que la présence terrain soit un mot d'ordre, dans les deux parcs et j'observe des progrès, hétérogènes. Elle doit redevenir une modalité normale du management de proximité et je suggère de

mettre un terme au dispositif administré et instrumenté des visites managériales de terrain. Il existe de bonnes pratiques : bilan de la présence terrain avec le manager ; partage des observations entre pairs ; A4 mensuel des principaux axes à travailler ; point en réunion de service. Dans la flotte britannique, l'objectif est de 40 % du temps sur le terrain. Les modes de traçabilité ont été simplifiés.

Les ingénieries sont trop souvent loin du terrain. Les ingénieurs chargés d'une modification, par exemple, devraient apprécier les lieux avant de la concevoir puis, après déploiement, s'enquérir de son fonctionnement. Je constate aussi que les calculs sophistiqués se multiplient à tout propos, souvent à la demande de l'IRSN, et que la couverture intellectuelle qu'ils sont censés procurer l'emporte souvent sur le sens pratique et l'expérience de l'ingénieur.

DES RELATIONS SOLIDES AVEC LES AUTORITÉS DE SÛRETÉ

En France, les relations me paraissent confiantes entre les directions du parc et de l'ASN, fruits d'un dialogue ouvert, de décisions d'exploitant sans équivoque (par exemple CSC) et d'analyses souvent convergentes. La relation demeure bonne également entre les CNPE et les directions régionales de l'ASN.

J'observe une certaine autocensure vis-à-vis de l'ASN : le Groupe peut être convaincu qu'il faudrait modifier des pratiques, certains matériels, les STE, etc. mais se contente du statu quo de crainte de l'instruction avec l'IRSN et l'ASN. D'autant plus que le jeu à trois (ASN, IRSN, EDF) peut conduire à des surenchères superflues. Il est de la responsabilité de l'exploitant d'affirmer ses convictions. La refonte prochaine de l'arrêté INB doit absolument être saisie pour résoudre les complexités.

Au Royaume-Uni, les relations demeurent solides entre l'autorité de sûreté (ONR) et *EDF Energy*, en particulier l'INA et l'INR. Il me semble y avoir convergence de vue sur les difficultés des sites. Certains dossiers font l'objet d'un challenge serré de l'ONR, comme la réglementation des appareils sous pression (sécurité industrielle), certains *Safety cases du defueling (plug unit)*, les pertes de réseau, la prise de décision opérationnelle. Les exigences de l'ONR en matière de nouveaux designs (HPC et SZC) induisent toutefois des sur-complexités dans certains domaines.

RECOMMANDATION

Afin de mieux prendre en compte en visite décennale (VD), les réalités de l'exploitation, je recommande aux directeurs de la DPNT et de la DIPNN :

- de réduire, avec l'ASN, la liste des modifications considérées pour les VD4 1300 MWe et les VD3 N4, au regard des bénéfices sûreté escomptés ;
- d'axer les VD5 900 MWe sur la conformité et les agressions climatiques.

¹ TMI ayant conduit à développer l'approche par état en contrepoint d'une doctrine événementielle a priori.



Les chiffres de sécurité s'améliorent en France et restent stables au Royaume-Uni. Toutefois, le chantier de Hinkley Point C a été endeuillé par un accident mortel, nous rappelant à un devoir de vigilance permanente.

Le programme industriel du parc français et les déchargements des réacteurs AGR au Royaume-Uni exigent des pratiques et des comportements exemplaires en radioprotection.

Le programme de dépistage d'alcoolémie et de stupéfiants au Royaume-Uni a fait toutes ses preuves pour protéger les travailleurs et garantir sûreté et sécurité. En France, des freins demeurent pour le rendre systématique.

Vigilance partagée à Saint-Laurent-des-Eaux

Sécurité et radioprotection : sur le terrain avant tout

03

Sommaire

01

02

03

04

05

06

07

08

09

10

Annexes

Abréviations

LA SÉCURITÉ INDUSTRIELLE : NE PAS RELÂCHER L'EFFORT

Garantir la santé et la sécurité des intervenants est une obligation morale et légale qui s'impose aux organisations, au management et à tous les intervenants.

Dans les deux parcs, les exigences de sécurité sont bien communiquées. Les performances 2022 sont en léger progrès, confirmant que les exigences doivent être systématiquement rappelées et appliquées sur le terrain. Le décès accidentel d'un superviseur prestataire sur le chantier de Hinkley Point C (HPC) l'illustre cruellement.

TRAVAILLER AU QUOTIDIEN LES COMPORTEMENTS ET LA RESPONSABILITÉ PERSONNELLE

En France, l'effort fait sur la présence managériale sur le terrain mérite d'être poursuivi pour faire progresser les comportements, la perception des risques, le port des équipements de protection individuelle (EPI) et le respect des règles vitales. Une attention particulière doit être portée aux risques critiques relatifs au levage, aux travaux électriques et en hauteur. Les précédents rapports avaient déjà souligné un déficit de présence sur le terrain, associé parfois à un comportement insuffisamment exemplaire des managers.



Port des protections individuelles à Hartlepool

Le message sécurité journalier fait rarement l'objet d'un débat pour s'en approprier le sens et susciter un engagement personnel. Il se réduit trop à une déclaration sans relief et je regrette le manque de progrès. Au Royaume-Uni, j'observe une meilleure appropriation de ce message sécurité et des échanges plus actifs.

Lors de la journée sécurité du Groupe chaque année en octobre, les managers passent du temps sur le terrain pour échanger sur les exigences de sécurité. Au Royaume-Uni, cette journée se prolonge par une semaine dédiée (*Zero harm week*). D'autres semaines sont consacrées à la sécurité et à la promotion des bons comportements. Ainsi, les semaines *Safe start*, programmées en début d'année et au retour des vacances d'été, recadrent les comportements par une présence renforcée des managers sur le terrain, des briefings et des démonstrations interactives.

J'ai constaté un fort désir d'améliorer les performances, de partager et transposer les meilleures pratiques entre les deux flottes. J'encourage la poursuite de ces inter-comparaisons.

Sur le chantier de Flamanville 3, l'année 2022 confirme les améliorations observées depuis 2020, avec zéro accident lié aux risques critiques. J'invite les équipes du site (DPN et DIPNN) à continuer de se concentrer sur la sécurité et les comportements des intervenants alors que se prépare le démarrage.

Au Royaume-Uni, chez *EDF NG*, après une période continue de bons résultats, je constate que les accidents avec arrêt (LTIR) ont presque doublé en 2022 (0,5 en 2022 à date, au lieu de 0,3 en 2021). Comme en France, des comportements inadaptés d'exploitants ou de prestataires témoignent d'un manque de responsabilité personnelle et de perception des risques. Les exigences et les attentes sont connues mais les travailleurs ne les appliquent pas. Cette faiblesse pourrait être liée au nouveau contexte industriel du parc de réacteurs AGR (*advanced gas-cooled reactor*) : la transition vers leur arrêt permanent et leur déchargement a pu détourner l'attention de la mise en œuvre des plans d'amélioration de la sécurité. Le management est davantage mobilisé par le champ social. Les programmes d'excellence nucléaire et de leadership de sécurité engagés en 2022 contribueront à faire évoluer les comportements. J'attends d'en voir les effets en 2023.

Percevoir les risques en toute situation

Lors de la maintenance d'une vanne, la séquence de remontage est modifiée suite à l'indisponibilité d'une pièce de rechange. La procédure est adaptée sans approbation indépendante. Ainsi, le contrepoids de la vanne n'est pas immobilisé correctement.

Après que l'équipe de maintenance a quitté le chantier, estimant l'avoir laissé dans un état sûr, un échafaudage est monté à côté de la vanne. Pendant sa construction, le contrepoids de la vanne bascule et coince le pied d'un échafaudage, lourdement blessé. Principales causes de cet accident : supervision insuffisante du chantier, non-respect des principes d'application des procédures, lacune technique et manque de perception des risques.

A Hinkley Point C, les performances de sécurité ont été bonnes pour un chantier de construction d'une telle complexité, jusqu'à l'accident mortel de novembre qui nous rappelle que, dans le domaine de la sécurité, rien n'est définitivement acquis.

Avec l'installation des systèmes mécaniques, électriques et de ventilation (MEH), la typologie des risques de sécurité va se diversifier significativement. La diversité de la main-d'œuvre, avec 84 nationalités sur site, parlant douze langues, engendre des défis de communication et des chocs de culture de sécurité industrielle. L'initiative *The HPC way* fournit un cadre d'exigences et aide à mobiliser le personnel sur les objectifs de sécurité du projet. Les rôles de supervision sont identifiés par les couleurs de casques.

LE CONTRÔLE DES ADDICTIONS : UNE MISE EN ŒUVRE LABORIEUSE EN FRANCE

De nouveau, je ne peux que constater la différence de situation entre les deux pays. Depuis de nombreuses années, la flotte britannique effectue des tests de drogue et d'alcool, de routine et sur suspicion. Les tests positifs y restent très nettement inférieurs à la moyenne nationale (1,5 % pour une moyenne nationale de 7 %), ce qui confirme l'efficacité dissuasive de ces contrôles préventifs.

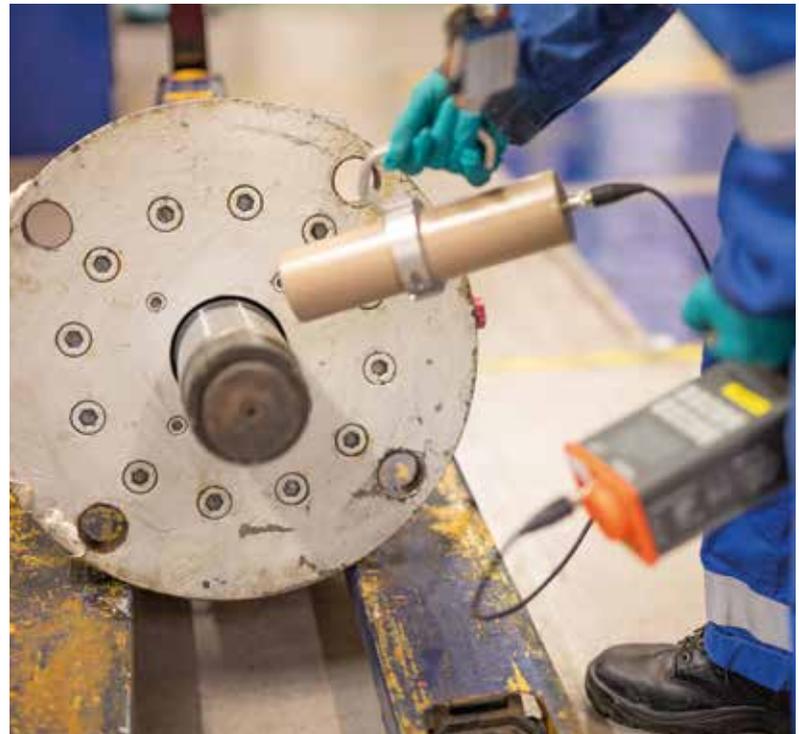
En France, bien que le dépistage systématique des substances psychotropes soit un élément essentiel de la protection des intervenants, je regrette qu'il n'ait toujours pas été mis en œuvre. L'établissement des modalités de dépistage et leur intégration dans les règlements intérieurs s'avèrent laborieux. Y parvenir exige l'engagement de toutes les parties prenantes : inspection du travail, médecine du travail, partenaires sociaux, direction et agents.

LA RADIOPROTECTION : AGIR SUR LES COMPORTEMENTS ET LES PRATIQUES

EN FRANCE : UN PLAN DE RECONQUÊTE MAIS DES VICTOIRES INSUFFISANTES

Le plan de reconquête de la radioprotection donne des résultats tangibles dans certains sites, en particulier dans la gestion des zones rouges et orange. Cependant, sa mise en œuvre est hétérogène et ne touche pas suffisamment sa cible. Je constate encore que certains intervenants connaissent mal les exigences et les comportements associés aux tirs radio, à la prévention de la contamination (même si le nombre de déclenchement des portiques C2 en sortie de zone contrôlée est historiquement bas), au contrôle de la dosimétrie et à la surveillance individuelle. Les événements significatifs ou intéressants (ESR et EIR) restent trop nombreux et concernent surtout les pratiques et comportements.

La préparation et la réalisation des tirs radio manquent parfois de rigueur : balisage insuffisant, mauvaise exploitation des appareils gammagraphiques, franchissement de balisage sont autant d'écarts qui pourraient conduire à des expositions dangereuses.



Contrôle de contamination à Hartlepool

Les programmes de formation initiale et de recyclage ont été revus. J'observe cependant qu'ils ne permettent pas toujours de maîtriser les exigences et les règles de base de la radioprotection. En effet, la réduction du temps consacré au recyclage, l'absence d'évaluation individuelle des acquis de formation et l'usage inadapté de l'e-learning affectent l'appropriation des fondamentaux. De plus, la formation ne saurait dispenser le management ni de sa présence sur le terrain ni de son attitude irréprochable.

L'intégration au bon moment du retour d'expérience (REX) est un autre levier d'amélioration. Il importe de s'assurer que le REX essentiel touche le bon niveau, sans qu'il ne soit perdu dans le bruit de fond. Trop souvent dilué par d'autres REX moins pertinents, il ne touche pas les intervenants et n'évite pas la répétition d'événements (cf. chapitre 7).

Les programmes industriels et le traitement de la corrosion sous contrainte (CSC) constituent un enjeu supplémentaire de radioprotection. La DPN a pris en compte l'impact du programme CSC sur les dosimétries individuelles et collectives et met en œuvre avec succès des mesures pour les minimiser.

La propreté radiologique : une exigence à mieux partager

Lors d'un chantier dans le bâtiment réacteur, le contenu d'un aspirateur (utilisé pour des poussières et copeaux de découpe) n'a pas été vidé convenablement. Une contamination significative s'est dispersée dans l'espace de travail et des locaux adjacents. Neuf intervenants (EDF et prestataires) ont eu une contamination interne. Pour trois intervenants, l'évaluation de dose engagée a été supérieure à 0,5 mSv. Le seuil dosimétrique légal est de 20 mSv par an.

CONCLUSION

Je ne peux qu'insister sur la mise en œuvre effective des recommandations des précédents rapports. Je rappelle le principe fondamental de la responsabilité individuelle et l'importance d'une présence forte et d'un comportement managérial exemplaires pour améliorer les comportements en matière de sécurité industrielle et de radioprotection.

Je réitère aussi la nécessité de mettre en œuvre rapidement le dépistage des substances psychotropes en France et de lever les freins par une plus grande collaboration entre toutes les parties prenantes.

AU ROYAUME-UNI : UN NOUVEAU CONTEXTE À PRENDRE EN COMPTE

Certains sites AGR se préparent à la fin de la production et au déchargement complet du combustible. Cette situation nouvelle crée une incertitude et conduit au départ de personnel expérimenté, dans tous les métiers. Particulièrement affecté, le domaine de la radioprotection subit un déficit d'ingénieurs et de techniciens qui ne peuvent pas être remplacés rapidement.

Après plusieurs années de bons résultats, j'observe une dérive des comportements et une baisse des compétences. La transition industrielle en est un facteur contributif. Les indicateurs 2022 restent cependant satisfaisants. Je réitère ma suggestion que les comités *As low as reasonably practicable* (ALARP) des sites se concentrent sur le renforcement de la culture de radioprotection.

Sachant que chaque réacteur AGR contient environ 300 assemblages de combustible, le déchargement deviendra une activité répétitive, avec un risque de banalisation et de baisse de vigilance des opérateurs. J'ai constaté avec satisfaction que ce risque est bien identifié : les visites managériales sur le terrain et les programmes d'inspection de *l'Independent nuclear assurance* (INA) intègrent la surveillance des activités de la chaîne de manutention du combustible et celle des comportements des intervenants.



Une maintenance adaptée et de qualité garantit la performance des installations de production.

Les contextes industriels des parcs de production français et britannique sont singuliers et sollicitent fortement les acteurs de la maintenance.

Du fait de la forte saisonnalité des arrêts de tranche et de la spécialisation de certaines opérations, une grande partie des activités de maintenance est sous-traitée, depuis l'origine.

Salle des machines de Belleville

La maintenance au service de la disponibilité des équipements

04

La maîtrise industrielle des sites de production suppose une maintenance de qualité, effectuée, à titre préventif, pour éviter les défaillances des équipements, et à titre correctif, pour rétablir leur disponibilité.

Pour réussir leur mission, les acteurs de la maintenance doivent travailler avec ceux de la conduite, en partageant leur connaissance du comportement des matériels et des exigences de disponibilité associées. Chacun doit viser le même objectif d'une pleine disponibilité des équipements en toute sûreté.

Le Grand Carénage du parc français, la préparation du démantèlement des AGR britanniques (*advanced gas-cooled reactor*), les pertes de compétences liées au départ de personnel sollicitent davantage les acteurs et contraignent les actions d'amélioration de la maintenance.

APPLIQUER LES PRINCIPES DE BASE

LA FORMATION À LA MAINTENANCE : UNE RÉPONSE AUX ATTENTES DU TERRAIN

La qualité de la maintenance s'appuie d'abord sur la compétence et la maîtrise du geste technique.

En France, la formation à la maintenance, jugée de bonne qualité, correspond aux besoins des sites. Elle est très majoritairement sous-traitée et celle dispensée par les constructeurs est particulièrement appréciée. EDF y consacre des ressources internes limitées : 60 formateurs en maintenance, à comparer aux 450 formateurs en conduite. De plus, les sessions de formation ne sont pas pleinement exploitées : le taux moyen de vacance atteint 30 % et l'absence de travail personnel entre deux stages est régulièrement constatée. Les académies spécifiques des métiers sont organisées par les sites. Leur bonne capacité à faire face au flux de recrutement futur méritera d'être suivie avec soin, en particulier dans le cadre de la réinternalisation d'une part de la maintenance.

Des référents métiers sont généralement présents dans les services de maintenance des sites. De profil technique solide, ils sont le plus souvent efficaces et appréciés. Néanmoins, ils manquent parfois de disponibilité pour exercer leurs missions de formation.

Chaque site possède un espace maquettes bien équipé, indispensable pour s'entraîner aux activités sensibles. Certains sites pratiquent ces entraînements de manière systématique, voire les imposent aux prestataires. Ces moyens restent néanmoins sous-utilisés.



Espace maquette de Saint-Alban

En France et au Royaume-Uni, je constate que l'habilitation sûreté nucléaire n'intègre pas d'évaluation régulière de la compétence attendue par type d'équipements importants pour la sûreté (EIPS). La spécialité automatismes/contrôle-commande, plus sensible à ses spécificités techniques, a toutefois introduit cette exigence dans la

gestion de ses interventions. Dans tous les cas, l'habilitation n'est pas systématiquement remise en cause par un niveau de compétence non confirmé. De même, le maintien des capacités des équipes de maintenance ne fait pas l'objet d'une note de cadrage national, document de référence qui existe à la conduite.

Au Royaume-Uni, les départs de personnel d'EDF *Nuclear Generation* (EDF NG) et de ses prestataires, liés à la fin d'exploitation des réacteurs AGR, induisent une perte de compétences difficile à compenser dans des délais raisonnables. Solide et mature, le dispositif apprentissage est une source de recrutement à maintenir. Toutefois, le parcours de formation des nouveaux embauchés, *via la Task performance evaluation*, pourrait mieux prendre en compte leur expérience professionnelle antérieure.

SIMPLIFIER ET INTÉGRER LES FONDAMENTAUX

Les fondamentaux de la maintenance listent les comportements attendus des intervenants.

Au Royaume-Uni, ils ont été définis sur les mêmes bases que ceux de la conduite : surveillance, contrôle, attitude interrogative et conservatrice, travail en équipe, compétences. Ils sont simples, pragmatiques et appréciés des acteurs de terrain. EDF NG a rédigé 67 fiches *What excellence looks like* (WELL) qui donnent du sens et décrivent toutes les exigences. Je regrette qu'au fil du temps elles génèrent une nouvelle complexité, et que dans les 20 fiches spécifiques à la maintenance, les liens avec les fondamentaux n'y soient pas plus explicites.

En France, je constate de nombreuses initiatives locales pour décliner les fondamentaux : 10 critères sont détaillés dans un site, 31 dans un autre. Cette approche hétérogène trouble le message et fait perdre le sens aux techniciens de terrain, en particulier ceux qui interviennent dans plusieurs sites.

Je préconise que la démarche engagée par la conduite pour renforcer l'intégration des fondamentaux, comme décrite dans mon rapport 2021, soit étendue à la maintenance.

L'INTERNALISATION DE LA MAINTENANCE EN FRANCE : ÉTABLIR UNE COHÉRENCE ENTRE SITES

La ré-internalisation des opérations de maintenance à des fins de développement des compétences est un des axes stratégiques du projet DPN START 2025. La réappropriation de la capacité à réaliser certaines opérations et à maîtriser le geste technique est de nature à rendre plus concrets et pertinents l'encadrement des sous-traitants, la surveillance des interventions et la relation avec les entreprises spécialisées. De plus, elle donne à l'exploitant la capacité d'effectuer des activités sensibles qui peuvent survenir de manière imprévue.



Technicien de maintenance ULM

Des conditions favorables sont réunies :

- des compétences nationales (unité de logistique et de maintenance ULM, Dalkia, etc.) pour réaliser certaines activités de maintenance lourde ;
- un dispositif d'apprentissage reconnu et renforcé d'année en année ;
- une attente du personnel de maintenance qui veut se réapproprier le geste technique et retrouver pleine confiance sur le terrain.

Sans cadrer la démarche de manière excessive, il pourrait être opportun de :

- définir une stratégie d'internalisation au plan national et local, affichant une cible cohérente et complémentaire (aux niveaux métier, palier, plaque régionale, etc.) ;
- lutter contre la tendance à puiser dans le réservoir de ressources déjà limité des prestataires, siphonnage que se reprochent déjà les prestataires entre eux ;
- se donner le temps nécessaire à la conduite du changement et l'acquisition des gestes métiers.

L'équation de la réussite : Performance = motivation x compétence

Le mécanicien expérimenté EDF intervient régulièrement sur des turbopompes du site et connaît bien ces matériels. Il remplace le vérin d'une vanne d'admission d'une turbopompe alimentaire. Le chargé d'affaires vient sur le terrain, en bleu, avec des plans et une pièce de rechange. Il travaille sur plan avec le technicien et aimerait le faire plus souvent mais sa charge de travail ne lui permet pas toujours cette relation sur le terrain. Et pourtant tous les deux soulignent la motivation qu'ils en tirent.

Internaliser nécessite d'engager une démarche coordonnée entre sites, en lien avec le tissu industriel, et de définir les activités de maintenance suffisamment répétitives pour être maîtrisées au niveau du site ou mutualisables au sein d'une même plaque régionale ou d'un même palier. Il faut aussi évaluer l'impact de l'internalisation sur les compétences et le dimensionnement des formations nécessaires, consolidées au plan national. Enfin, il est nécessaire de définir des parcours professionnels valorisants afin que les expertises de terrain ne se dispersent pas au gré des mutations.

ASSOCIER LES PRESTATAIRES POUR UNE RÉUSSITE COLLECTIVE

J'ai déjà souligné, dans mon précédent rapport, la bonne intégration des prestataires au Royaume-Uni. Le contexte légal le facilite, sans que ce facteur ne doive être exagéré. Les prestataires permanents font partie de la vie du site et de ses instances de pilotage. Ils suivent les mêmes formations que les salariés d'EDF NG, dont celles liées au leadership et à la performance humaine. Ils participent aux visites de terrain et sont intégrés dans le programme *Leaders in the field*.

En France, je constate de bonnes pratiques dans certains sites et suggère de les généraliser et les pérenniser. Des prestataires participent à des instances de site et à la réunion opérationnelle quotidienne. Des visites de terrain tripartites rassemblent du personnel EDF, des prestataires et des représentants de leurs associations régionales. J'apprécie la pertinence de celles-ci, en particulier pour la formation et le maintien des compétences. Certaines formations sont d'ailleurs ouvertes au personnel EDF.

Le développement du concept d'entreprise étendue dans le groupe EDF s'inscrit dans la même dynamique visant à intégrer les prestataires dans les organisations EDF et mieux partager les données.

Je suis convaincu que des améliorations seront obtenues par la fidélisation contractuelle plutôt que par la mise en compétition systématique, sous condition de qualité de services rendus. L'implication du prestataire au plus tôt dans la préparation modulaire

sur les plateaux de coordination des travaux d'arrêt de réacteur est essentielle. Il faut aussi anticiper suffisamment les commandes et améliorer la visibilité de la charge à venir.

PRÉSERVER LE PATRIMOINE INDUSTRIEL : D'AVANTAGE D'AMBITION

RÉDUIRE AU PLUS BAS LE NOMBRE DE DT

Au Royaume Uni, l'exploitant a des ambitions proches des standards internationaux, soit moins de 150 demandes de travaux (DT) par réacteur. Je regrette que le nombre de DT en cours de traitement dépasse largement les objectifs et continue d'augmenter dans tous les sites. Je précise qu'il ne s'agit pas de réduire le nombre de DT de manière artificielle en reclassant leur catégorie ou priorité, mais bien en les traitant.

En France, l'objectif est fixé par l'absence d'impact sur la disponibilité des unités de production. Le seuil est largement supérieur et s'établit à moins de 350 DT. Malgré une tendance positive d'amélioration, cette valeur reste trop souvent non respectée.

J'estime souhaitable de fixer un objectif aussi bas que possible. Pour réussir, des pistes pourraient s'inspirer de bonnes pratiques que j'ai observées :

- donner plus d'importance aux demandes de la conduite par un dialogue constructif entre conduite et maintenance ;
- ne pas détourner au profit d'autres tâches les équipes d'intervention rapide (EIR en France, DART au Royaume-Uni), qui préservent les activités planifiées ;
- développer des missions d'assistance réactive *Work management* (ordonnancement des tâches), comme sur deux sites au Royaume-Uni où elles ont reçu un accueil favorable, même si leurs recommandations doivent être mieux ciblées. Trois nouvelles missions sont d'ores et déjà planifiées.

Le temps métal (temps effectif de travail sur les matériels) reste trop faible. L'améliorer impose d'adopter un planning plus fiable, garantissant la plage de travail programmée et, plus généralement, de s'intéresser davantage aux conditions d'intervention des techniciens sur le terrain, comme signalé dans mon rapport 2021. La démarche *Minor maintenance* au Royaume-Uni permet de réaliser des interventions simples avec un dossier succinct. Quant à la méthode *Toolpouch* qui porte sur des interventions simples, non intrusives et sans dossier, elle peine à se développer et se trouve peu encouragée pour les prestataires, par crainte d'écarts : « *Ne pardonne-t-on pas plus un écart significatif avec procédure qu'un faible écart sans procédure ?* »

Toolpouch : une démarche simple pour des interventions simples

Toolpouch (sacoche à outils) est une méthodologie employée au Royaume-Uni pour des interventions mineures ou à faible risque qui ne nécessitent pas de document d'intervention, de régime ou de procédure, par exemple : traitement des fuites, remplacement des filtres à air, graissage, etc. Cette méthodologie reste dans les limites des compétences techniques de l'intervenant et réduit le temps de traitement des travaux à faible risque et non intrusifs.

LA MVM : POUR UNE MEILLEURE APPROPRIATION PAR LES SITES

En vigueur depuis de nombreuses années, la maîtrise des volumes de maintenance (MVM en France, *Maintenance optimisation* au Royaume-Uni), vise à optimiser la maintenance périodique, préventive ou prédictive. Malgré tout, certains équipements font encore l'objet d'un excès de maintenance, alors que d'autres en mériteraient davantage, notamment en fonction de l'agressivité des conditions d'environnement (corrosion, sources froides, etc.).

En France, les sites disposent d'une certaine latitude pour adapter leurs programmes de maintenance, ce qu'ils apprécient. Mais ils peinent à en tirer parti, vu la lourdeur du processus et le manque de temps. Les objectifs MVM se limitent à ne pas dépasser un nombre d'heures de maintenance par arrêt. Les activités sont reportées d'un arrêt sur l'autre plutôt qu'optimisées. Le bon équilibre entre pilotes des projets d'arrêt et préparateurs métier reste à trouver. Cette coopération progresse dans le cadre du projet START 2025.

Au Royaume-Uni, à Torness en particulier, l'analyse et l'utilisation de « l'état tel que trouvé » (maintenance selon état) sont en cours de développement pour soutenir l'optimisation de la maintenance. Cela permet à une équipe d'ingénieurs dédiés, l'ERAT (*equipment reliability acceleration team*), d'ajuster les intervalles entre interventions. Cette démarche gagnerait à être étendue pour aider les sites en difficulté à optimiser leur maintenance.

Autre point positif : à Hinkley Point B, en prévision de la fin d'exploitation et du déchargement complet du réacteur, la maintenance des équipements de manutention du combustible a été renforcée et celles d'autres matériels moins sollicités réduite.

En France, la maintenance prédictive peine à se déployer, comme l'illustre l'exemple du diagnostic des servomoteurs électriques de vannes : l'analyse de niveau 2 des mesures *quicklook* par les préparateurs est difficile, car ceux-ci n'y consacrent plus le temps suffisant.



Technicien contrôle commande à Torness

D'une manière générale, ils ne prennent pas bien en compte le retour des dossiers d'intervention. Ils se concentrent sur la mise à jour des bases de données, priorité certes légitime pour industrialiser les arrêts de réacteur mais qui ne doit pas leur faire perdre leur qualité de référent technique. Pourtant, certains exemples, comme la recherche de points chauds dans les transformateurs, montrent tout l'intérêt de la démarche.

Je constate que la bonne maîtrise des volumes de maintenance dépend de sa totale appropriation par le site, sous l'impulsion déterminante de son directeur technique. Les bilans de fonctions sont réguliers et représentatifs de l'état de fonctionnement des équipements, mais l'implication des sites varie.

La qualité de la relation entre ingénierie et préparateurs est essentielle à une analyse de risque robuste pour une réduction effective des volumes de maintenance. Le délai d'acceptation des évolutions de programme préventif par le niveau national doit être réduit pour maintenir la motivation locale.

LA QUALITE DES DONNÉES : UNE COLONNE VERTÉBRALE À CONSOLIDER

En France, la bascule de SIGMA au SDIN (système d'information du nucléaire) a momentanément dégradé la qualité des données (perte

de l'historique du site au profit de données palier). Une remise à niveau a été engagée dans tous les sites et doit être poursuivie. Malgré un investissement et des succès divers, chacun reconnaît l'importance du travail de reprise de données et ses effets bénéfiques.

L'approvisionnement des pièces de rechange se dégrade au Royaume-Uni. Les difficultés sont notamment liées aux demandes tardives exprimées par les sites et à la gestion des problèmes d'obsolescence.

L'approvisionnement des pièces de rechange, y compris celui du consommable commun, reste une préoccupation en France. Je constate que les parties prenantes ne sont pas totalement alignées sur le contenu du reste à faire pour retrouver une situation stable. J'ai la conviction que :

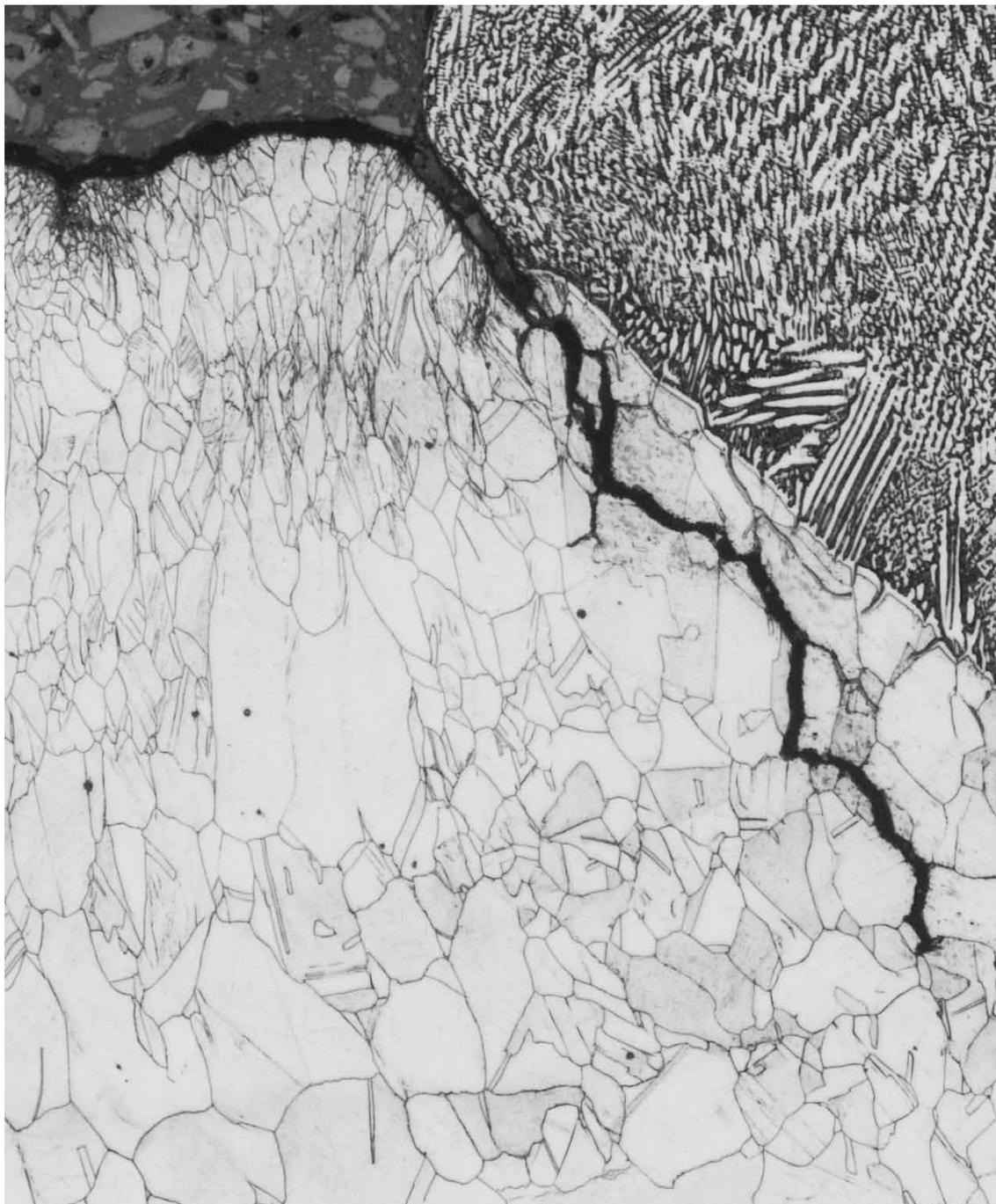
- le référencement des modèles industriels et le lien avec les matériels installés sont à solder, dans une démarche concertée entre l'unité technique opérationnelle (UTO) et les sites ;
- le management des sites doit porter un intérêt continu à la bonne complémentarité du travail collectif ;
- l'action des responsables de sous-projet Données, aujourd'hui dans l'ombre, doit être valorisée et leur fréquent isolement corrigé.

RECOMMANDATION

Essentielle à la sûreté des installations nucléaires, la qualité des activités de maintenance impose une haute maîtrise technique des équipements. L'internalisation des interventions de maintenance y contribue.

Je recommande au directeur de la DPN de poursuivre la démarche engagée dans le cadre du projet START 2025 :

- en tirant profit des expériences réussies de la DPNT ;
- en veillant à la cohérence des initiatives locales et à la garantie de répétitivité des actions de maintenance retenues ;
- en veillant à intégrer l'ensemble des parties prenantes du groupe EDF pour engager les actions de formation nécessaires et proposer des parcours professionnels valorisants.



La corrosion sous contrainte de tuyauteries d'injection de sécurité en inox a marqué l'année 2022.

L'exploitant a, sans ambiguïté, privilégié la sûreté malgré un contexte de crise énergétique.

Grâce à une mobilisation technique sans précédent, en un an, la compréhension du phénomène a considérablement progressé et des solutions industrielles ont été développées.

Ce que l'on en sait aujourd'hui permet de se donner le temps des contrôles et des réparations, selon un programme industriel pluriannuel de grande ampleur.

Phénomène de corrosion sous contrainte (CSC)

Une année marquée par la corrosion sous contrainte

05

A l'automne 2021, les contrôles de la visite décennale (VD2) du réacteur de Civaux 1 (palier N4) ont révélé des défauts de corrosion sous contrainte (CSC) sur des lignes RIS d'injection de sécurité, entre le circuit primaire principal et le premier organe d'isolement.

En acier inoxydable, ces lignes RIS ont un diamètre de 30 cm, une épaisseur de 30 mm et une longueur d'une dizaine de mètres. Elles jouent un rôle de sûreté important car la rupture de l'une d'entre elles entraînerait à la fois une brèche primaire et l'altération de l'injection de sécurité.

UN PHÉNOMÈNE INATTENDU

Les contrôles des VD n'étaient pas jusqu'à présent destinés à détecter de la CSC mais d'éventuelles fissures de fatigue thermique. Si la CSC est un phénomène bien connu, elle n'était pas attendue dans ce matériau ni à cet endroit. La CSC en milieu primaire affecte par exemple largement l'inconel 600, historiquement utilisé pour fabriquer des tubes de générateurs de vapeur, des piquages, les adaptateurs de couvercle de cuve, etc. Elle a entraîné le remplacement de nombreux générateurs de vapeur.

CSC : un phénomène multifactoriel

La CSC consiste en de fines fissures ramifiées s'insinuant entre les joints de grain. Il ne s'agit en rien de « rouille ». Elle suppose trois facteurs : un matériau sensible, un milieu chimique favorable et des contraintes de traction dans le matériau.

L'inox 316L concerné n'est pas réputé sensible à la CSC en milieu primaire de REP, à moins qu'il ne soit écroui (l'écrouissage est une déformation du matériau lors de la fabrication). Certaines conditions de soudage, sur site, ont pu suffisamment écrouir le matériau pour le sensibiliser.

La chimie de l'eau du circuit primaire, contrôlée de manière très régulière, n'a pas à ce jour révélé d'anomalie pouvant expliquer de la CSC sans sensibilisation du matériau.

Quant aux contraintes, elles peuvent être engendrées par le soudage (contraintes résiduelles), le montage ou le chargement en service. La conjonction de plusieurs de ces contraintes paraît nécessaire.

Le matériau ici concerné est un acier inoxydable austénitique couramment utilisé dans l'industrie. Les phénomènes de CSC qui peuvent l'affecter sont bien documentés et il n'était pas réputé

sensible à la CSC en milieu primaire des réacteurs à eau pressurisée (REP). Si des cas de CSC ont régulièrement été observés dans les réacteurs à eau bouillante (REB), dont la chimie est plus agressive, on ne dénombre, au plan international, que de très rares occurrences de même type dans les REP. Les quelques cas observés en France (comme à Bugey en 1983) avaient pour origine une pollution chimique avérée ou une réparation.

L'ARRÊT DU PALIER N4 : UNE DÉCISION DE SÛRETÉ IRRÉPROCHABLE

Identifiée à Civaux 1, la première fissure mesurait près de 6 mm de profondeur et s'étendait sur toute la circonférence de la tuyauterie. D'autres soudures étaient aussi affectées, sans atteindre cette dimension. Par précaution, le réacteur Civaux 2 a aussi été arrêté pour contrôle : de la CSC y a été trouvée.

Les autres réacteurs du palier N4, Chooz B1 et B2 avaient auparavant fait l'objet des mêmes contrôles en VD sans que ne soit détecté de défaut. La relecture des contrôles a néanmoins révélé des signaux qui, ne correspondant pas à de la fatigue thermique, avaient été classés comme artefacts.

Un comité de sûreté nucléaire en exploitation (CSNE) exceptionnel a, le 14 décembre 2021, décidé l'arrêt des deux réacteurs de Chooz B. Je considère cette décision irréprochable : nécessaire au vu de la taille d'un des défauts identifiés à Civaux et de la similitude des signaux, elle a été prise avec netteté et a clairement placé la sûreté nucléaire comme priorité.

L'EXTENSION DES CONTRÔLES ET DES EXPERTISES

Dans la même période, lors de la VD3 de Penly 1 (1 300 MWe, P'4), les contrôles ont mis en évidence le même type de signaux. L'expertise métallurgique a, là aussi, révélé de la CSC, avec des défauts de plus petite dimension (de 1 à 3 mm de profondeur).

La DPN a réexaminé tous les contrôles des précédentes VD et recherché si des signaux, à l'époque classés comme artefacts, pouvaient témoigner de CSC. Elle a décidé que les réacteurs en forte présomption de défauts seraient contrôlés pendant leur arrêt de réacteur, s'il était planifié au premier semestre 2022, ou sinon lors d'un arrêt spécifique. Un réacteur témoin a de plus été défini par palier.

La principale difficulté tenait à ce qu'il n'existait pas, en France ni dans le monde, d'examen non destructifs (END) capables de donner

aisément la nature exacte de ce type de défaut et de les caractériser (en particulier la profondeur). De plus, les défauts étant situés à l'intérieur de la tuyauterie, on ne pouvait pas faire de ressues, magnétoscopies, répliques, etc.

En cas de suspicion de CSC, la seule solution était donc de découper le tronçon concerné et de l'expertiser dans un laboratoire chaud². Chaque contrôle potentiellement positif entraînait donc la découpe d'une partie de ligne et le maintien à l'arrêt du réacteur pour une durée inconnue, les réparations n'étant industriellement et réglementairement pas encore en place. Au total, 157 soudures, dans douze réacteurs, ont été expertisées.

Des défauts d'une profondeur le plus souvent modérée

Les défauts ont tous été détectés à l'intérieur de la tuyauterie et à proximité des soudures. Aucun ne s'est amorcé ou propagé dans la soudure. Le matériau présente systématiquement une dureté significative (écrouissage) et les modèles montrent que la zone est affectée de contraintes mécaniques de traction.

Si quelques défauts atteignent 5 ou 6 mm de profondeur et si certains se développent sur toute, ou presque toute, la circonférence, la plupart d'entre eux sont profonds de 1 à 3 mm, avec une extension angulaire limitée.

UN PROBLÈME GÉNÉRIQUE

Les contrôles et analyses à date montrent que les paliers N4 et 1 300 MWe P'4 sont sensibles ou très sensibles à la CSC et que les paliers 1 300 MWe P4 et 900 MWe y seraient peu ou très peu sensibles. Les seuls défauts relevés dans des réacteurs de 900 MWe sont situés dans des zones réparées et aucun défaut n'a été détecté dans des réacteurs P4.

Outre les circuits RIS, de la CSC a été trouvée dans des circuits de refroidissement à l'arrêt (RRA). Les contrôles s'étendent progressivement à d'autres zones, comme la ligne d'expansion du pressuriseur.

Je salue l'ampleur des études menées pour déterminer les causes de la CSC et identifier les réacteurs prioritaires. De nombreuses hypothèses ont été examinées en termes de matériau, de chimie et de contraintes. Les relevés de la chimie du circuit primaire, en exploitation, n'ont pas révélé d'anomalie.

En termes de contraintes, il apparaît que les contraintes résiduelles de soudage ne suffisent pas (des codes de calcul développés par la R&D permettent aujourd'hui de les modéliser précisément). La cause la plus plausible est que s'y ajoutent des contraintes thermiques engendrées par les phénomènes de vortex et de stratification dans les bras morts. La différence de géométrie des lignes, qui détermine la position et l'ampleur des contraintes thermiques, expliquerait la différence de sensibilité entre les paliers.

Je note que des mesures *in situ* visent à consolider cette hypothèse et que les études vont se poursuivre, par exemple sur le mécanisme expliquant le développement circumférentiel de certaines fissures ou sur le rôle de l'oxygène. Cela me semble important.

LE TRIPTYQUE END – ANALYSE DE SÛRETÉ - RÉPARATIONS

Les « défauts plans », par exemple fissures, doivent normalement être éliminés. Certains peuvent être tolérés temporairement, ou exceptionnellement de manière définitive, sous condition d'un solide dossier de sûreté et de contrôles en service. Les justifications doivent reposer sur :

- la dimension des défauts ;
- leur cinétique de propagation ;
- la taille du défaut critique (susceptible d'entraîner la rupture de la ligne en cas de chargement maximal considéré par les études d'accident) évaluée par des méthodes conservatives.

La justification d'un défaut pour un cycle, par exemple avant réparation à l'arrêt suivant, suppose qu'en tenant compte des incertitudes, la taille mesurée du défaut additionnée de sa propagation pendant un cycle demeure inférieure à la taille du défaut critique.

Des examens non destructifs (END) capables de caractériser la CSC ont été développés en moins d'un an, une performance remarquable. Je note aussi l'ampleur des calculs de mécanique (plusieurs centaines de configurations étudiées), dont il ressort que la sûreté des réacteurs n'est pas remise en cause.

L'évaluation des cinétiques est complexe en l'absence d'historique de contrôle par des END précis. Je note que les résultats d'expertise plaident pour une cinétique lente. Il convient de continuer à conforter cette hypothèse et, en attendant, de prendre une marge raisonnable. Je note aussi que les modélisations montrent que, dans l'épaisseur de la tuyauterie, les contraintes résiduelles sont de compression, de nature à ralentir et même à stopper la progression de la CSC.

L'étude de la rupture simultanée de deux lignes RIS montre par ailleurs que le refroidissement du cœur serait assuré (l'échauffement serait

² Les laboratoires chauds, par exemple le LIDEC d'EDF à Chinon ou celui de Framatome à Erlangen (Allemagne) sont dédiés à l'expertise métallurgique de pièces radioactives.

même très inférieur aux critères), ce qui témoigne de la robustesse de conception des réacteurs REP.

Les premières réparations se sont achevées au second semestre 2022, avec les méthodes qualifiées d'origine, en optimisant les paramètres de soudage afin de limiter l'écrouissage. Je note que l'arasage des soudures à l'intérieur des tuyauteries limite considérablement le risque de CSC, qu'il est pratiqué sur les réacteurs en construction comme Flamanville 3 et appelé à être transposé au parc.



Développement d'END à la DI

UNE CONNAISSANCE APPROFONDIE EN UN TEMPS RECORD

La mobilisation massive des moyens techniques, scientifiques et industriels d'EDF a produit, en moins d'une année, une ample connaissance du phénomène. Les 157 expertises de tronçons déposés, d'une très grande qualité, constituent une exceptionnelle base de savoir. Jusqu'alors, aucune anomalie de cette ampleur n'avait pu bénéficier d'une telle accumulation de connaissances dans un laps de temps si bref.

Le développement d'END, dans un temps remarquable, est un pilier de la maîtrise de ce problème. Je retiens aussi que, même si les contrôles périodiques sont nécessairement ciblés sur des types de défauts anticipés, il importe de garder un œil ouvert et une attitude interrogative, pour ne pas risquer de classer comme artefact ce que l'on n'attend pas (par exemple CSC), tout en restant en mesure de détecter ce que l'on craint de trouver (par exemple de la fatigue thermique).

Je salue aussi la constitution d'un panel d'une douzaine d'experts internationaux qui ont eu accès aux données et se sont librement exprimés.

UN PROGRAMME INDUSTRIEL DANS LA DURÉE

Les nombreux contrôles et expertises ainsi que les analyses de causes dressent un tableau assez complet pour déployer une stratégie pluriannuelle. Le programme industriel de contrôle et de réparation sera long ; il devra être adapté selon l'évolution de la situation, la prudence restant de mise.

Ce n'est pas la première fois que le parc connaît des défauts génériques, ils font partie du paysage technique et industriel et peuvent nécessiter l'arrêt d'un certain nombre de réacteurs : des marges dans les systèmes de production pilotables sont indispensables (cf. mon rapport 2021). Lorsque cet aléa sera définitivement traité il sera utile de l'analyser à froid au titre du retour d'expérience, notamment dans l'optique de la gestion industrielle d'un éventuel futur défaut générique qui toucherait le parc en exploitation optimisé par standardisation et effet de série.

Le réacteur britannique de Sizewell B sera, quant à lui, contrôlé à son prochain arrêt, selon les mêmes modalités : je salue l'ouverture et la qualité des échanges entre les deux parcs.

Sur le plan international, EDF a informé ses pairs, en particulier au sein de WANO. Je ne doute pas que, pour ce qui les concerne, les autres exploitants porteront à cette anomalie l'intérêt qu'elle mérite.



Flamanville 3

L'EPR de Flamanville 3 constitue un palier à lui tout seul. Il bénéficie du retour d'expérience du démarrage de Taishan en Chine dont il est le réacteur de référence, et de celui d'Olkiluoto en Finlande. Leurs conceptions diffèrent, notamment du fait des contextes réglementaires nationaux.

A l'issue des derniers essais d'ensemble, le chargement, la divergence et le franchissement de différents paliers de puissance seront autorisés sur avis des commissions essais sur site (CES) et sûreté de démarrage (COMSAD).



FLA3

La sécurisation du démarrage de Flamanville 3

06

Un travail de grande qualité a été réalisé ces dernières années : remise en conformité des soudures, *Task Force* sur la qualification des équipements, traitement des derniers sujets techniques à enjeu, dont la prise en compte du retour d'expérience de Taishan, et déploiement des exigences sécuritaires.

La préparation à l'exploitation de Flamanville 3 est pilotée dans le cadre d'un projet « chargement » de onze lots. Les commissions essais sur site (CES) et sûreté de démarrage (COMSAD) valident les transferts d'équipements et les changements d'état.

L'organisation de projet ONE Fla3 affiche la volonté de mieux fédérer l'exploitant et le projet de construction. Elle répond aussi à une attente du personnel. Le sentiment de propriétaire de l'exploitant en est renforcé. De plus, la DPNT et la DIPNN ont créé un répertoire de coordination qui soutient le directeur de projet et sécurise la mise en production du réacteur.

Seul un planning stable et partagé par tous les acteurs permettra de traiter en priorité le reste à faire et les écarts de chantier. Il convient de figer la configuration de l'installation en limitant strictement les évolutions provenant de l'ingénierie et des demandes de l'autorité de sûreté.

Les phases de démarrage seront denses. Jusqu'à la mise en service industrielle, des réglages de l'installation seront nécessaires, en particulier sur le circuit secondaire comme à Taishan et Olkiluoto 3. Les concepteurs et fabricants d'équipements devront apporter rapidement des solutions avec le niveau de sûreté et de qualité attendu.

La complexité des règles générales d'exploitation (RGE) pourrait conduire à un nombre significatif d'événements déclaratifs, qu'il convient d'anticiper.

SUJETS TECHNIQUES : UNE BONNE DYNAMIQUE

UNE MOBILISATION EXEMPLAIRE

Sujet d'importance, le traitement du retour d'expérience de Taishan est bien pris en compte. Je souligne la qualité de la collaboration entre Framatome, EDF et l'exploitant chinois TNPJVC sur la problématique combustible et l'intérêt de partager les expériences entre exploitants et concepteur. Les problèmes de fiabilité de l'instrumentation interne du réacteur et de la maîtrise des fluctuations du flux neutronique (légère oscillation des assemblages de combustible due à des phénomènes

hydrauliques) ont été analysés et des dispositions ont été définies pour les premières années d'exploitation de Flamanville 3. Au-delà, il sera nécessaire de développer des solutions de long terme.

Le dialogue technique avec l'autorité de sûreté se déroule de manière satisfaisante et dans un climat de confiance restauré. Les justifications relatives à la recirculation et à la filtration dans les puisards se poursuivent. La prise en compte du REX des soupapes primaires Sempell d'Olkiluoto 3 et de Taishan fait l'objet d'un programme de fiabilisation pertinent.

Remise en conformité des soudures VVP : un succès industriel

Les lignes vapeur du circuit secondaire du réacteur (VVP) ont été conçues suivant un référentiel dit d'exclusion de rupture qui postule leur haute qualité pour ne pas prendre en compte l'hypothèse de leur rupture dans les études de sûreté. Ce référentiel n'ayant pas été totalement respecté en fabrication, les soudures ont dû être reprises *in situ*.

Ces réparations ont nécessité de développer et de qualifier des outils spécifiques, notamment des robots soudeurs qui interviennent à l'intérieur de la tuyauterie des traversées VVP. Les meilleures techniques d'essais de qualification ont permis de valider les matériaux, qualifier les méthodes et justifier la qualité des soudures.

L'exploitant travaille avec l'ingénierie à la fiabilisation de certains matériels et à l'allongement de leur durée de qualification, aujourd'hui peu compatible avec le calendrier d'exploitation. La protection et la conservation en bon état des équipements ont été adaptées au prolongement de la durée du chantier. Il n'en a pas été de même pour leur maintenance préventive pour laquelle un programme de rattrapage a été défini par l'exploitant. Un programme dédié d'essais périodiques doit aussi vérifier le bon fonctionnement des équipements. J'attache une grande importance à la réalisation effective de ces deux programmes qui concourent à la sûreté de l'installation et demandent des ressources importantes.

La préparation de la visite complète 1 (VC1) doit dès maintenant reprendre, d'autant que le volume d'activités est déjà trop important pour être réaliste et qu'il faut disposer de marges pour traiter les fortuits. Je préconise de réinterroger certaines échéances avec l'autorité de sûreté afin de définir un programme industriel soutenable. Ainsi, en l'absence d'impératif sûreté, le remplacement du couvercle,

aujourd'hui calé sur une échéance calendaire, devrait à mes yeux plutôt coïncider avec une visite décennale.



Réparation de soudures du circuit secondaire

LE PARTAGE DES PRATIQUES ET DU RETOUR D'EXPÉRIENCE À LA PEINE

Bien que nécessaire, le partage du retour d'expérience entre EPR reste difficile. L'EPR *owner-operator group* (EPROOG), plateforme de partage entre exploitants, se réunit une fois par an. Entre deux réunions, les relations ont toutefois du mal à se maintenir pour se saisir des nouveaux sujets. Le détachement croisé d'ingénieurs de liaison reste le dispositif le plus efficace pour fluidifier les échanges d'information. Framatome a mis en place le projet *Power UP* pour fiabiliser le démarrage des réacteurs. Concepteur de l'îlot nucléaire, il assure un lien transversal entre les différents EPR lorsque des ajustements de conception sont nécessaires.

L'échange d'informations avec Taishan se complexifie. Le partage d'expérience avec Olkiluoto 3 reste difficile pour des raisons contractuelles. « *Quand les acteurs arrivent à s'adapter malgré le cadre contractuel et qu'ils se focalisent sur le cœur de métier, les relations sont plus fluides et bénéficient à la sûreté des installations.* »

S'APPROPRIER L'INSTALLATION ET DÉVELOPPER LES COMPÉTENCES

LES COMPÉTENCES CONDUITE ET MAINTENANCE

Le personnel de conduite a été majoritairement recruté pour les besoins spécifiques de Flamanville 3. Il a beaucoup gagné en aisance dans le pilotage et la connaissance des installations ainsi que dans l'exécution des lignages. L'organisation des quarts en six équipes renforcées est adaptée pour sécuriser le démarrage. Les formations de l'UFPI répondent aux besoins du site. Le personnel de conduite est formé, conformément aux standards du parc en exploitation. La gestion prévisionnelle des emplois et des compétences (GPEC) formateur peine à être respectée.

Pour la maintenance, le nombre de formations spécifiques à l'EPR est élevé : 64 au total. Compte tenu du volume restreint de personnes à former chaque année et des faibles possibilités de mutualisation avec d'autres CNPE, ces formations nécessiteront une attention particulière dans la durée. De nombreuses formations étant sous-traitées, il faudra aussi gérer cette dépendance dans la durée. Les équipes de maintenance se sont essentiellement professionnalisées sur les matériels transférés à l'exploitant. Je considère que les équipes d'intervention rapide (EIR), à l'heure actuelle sous-traitées, doivent être réinternalisées car elles font partie du cœur de métier d'exploitant (*cf. chapitre 4*).

La mise à jour complète des bases de données et la mise à disposition de la documentation opérationnelle exigent de libérer du temps de préparateur. Or ceux-ci sont encore trop mobilisés par le reste à faire.

Avec les essais périodiques et la maintenance préventive, les dernières phases d'essais offrent l'ultime occasion de s'approprier les spécificités de l'installation. C'est par le réglage des chaînes de régulation que l'on s'approprie leur logique ; c'est par le réglage des robinets que l'on en saisit les caractéristiques de fonctionnement ; c'est par les démarrages des matériels tournants qu'on perçoit les spécificités de leur pilotage ; c'est par les essais d'ensemble que l'on s'approprie le fonctionnement des installations. Je recommande que les essais soient mis à profit pour parfaire la professionnalisation du personnel. Les modalités d'implication des équipes du CNPE dans les phases d'essais et de réglage des systèmes seront à anticiper.

SIMPLIFIER LE RÉFÉRENTIEL D'EXIGENCES

Il demeure un reste à faire documentaire et de mise à jour du système d'information du nucléaire (SDIN). Certaines études sont encore en cours de finalisation et des procédures d'essai sont à réaliser. De plus, les lignages et consignations standards restent à développer.



Essais en salle de commande

Je renouvelle mon constat d'une trop grande complexité des règles générales d'exploitation (RGE). L'équipe de conduite peut se trouver en difficulté pour définir dans un délai raisonnable la bonne conduite à tenir face à une indisponibilité de matériel. Des initiatives de développement d'outils d'intelligence artificielle m'interpellent. Par ailleurs, au démarrage de l'installation, il existe un risque d'effet d'avalanche d'événements déclarés et de demandes de dérogations sans que cela ne soit représentatif du réel niveau de sûreté du réacteur.

J'estime impératif de tirer les leçons du retour d'expérience de l'utilisation des RGE une fois l'installation démarrée afin de simplifier le référentiel d'exigences.

L'INGÉNIERIE ET LES SERVICES CENTRAUX EN APPUI À L'EXPLOITATION

UNE INGÉNIERIE DIPNN ORGANISÉE ET MOBILISÉE

Edvance s'est organisée pour fournir l'appui d'ingénierie au démarrage et au premier cycle d'exploitation, première visite complète (VC1) incluse. Cette organisation, structurée au plan contractuel et managérial, inspire confiance.

Le passage de relais à l'ingénierie du parc en exploitation (DIPDE) a aussi été anticipé. Il est organisé en trois sous-projets : le démarrage, la VC1 et le remplacement du couvercle de la cuve.

Le REX du combustible de Taishan en Chine

La rupture de ressorts de grilles par corrosion sous contrainte (CSC) a entraîné l'usure de gaines de crayons de combustible (*fretting*), en pied d'assemblage. L'augmentation de l'activité du fluide primaire avait conduit l'exploitant à anticiper l'arrêt du réacteur de Taishan 1, en juillet 2021. Les seuils des spécifications techniques d'exploitation ont toujours été respectés.

Le remède pour Flamanville 3 est défini : seuls des assemblages dont les ressorts ont bénéficié d'un traitement thermique (RFBT), à même de prévenir la CSC, seront chargés en périphérie du cœur, lieu d'amorçage du phénomène. Ultérieurement, de nouveaux modèles de grille seront employés.

Les directions technique (DT) et combustible nucléaire (DCN), associées aux directions technique ingénierie et fuel de Framatome, se sont beaucoup mobilisées pour tirer tous les enseignements de Taishan. Je soutiens les dispositions organisationnelles envisagées par la DT pour accompagner les essais physiques qui prendront en compte le REX des démarrages des précédents EPR.

Cette mobilisation de la DIPNN devra être maintenue pour continuer à porter un appui réactif en cas d'aléas, collecter le REX et en faire bénéficier les nouveaux projets.

LA DPNT REMOBILISÉE

A l'été 2019, pendant la réparation des soudures des traversées VVP, le parc nucléaire a adapté son rythme d'appui à Flamanville 3. La préparation des unités nationales de la DPN s'est de nouveau accélérée depuis l'été 2021.

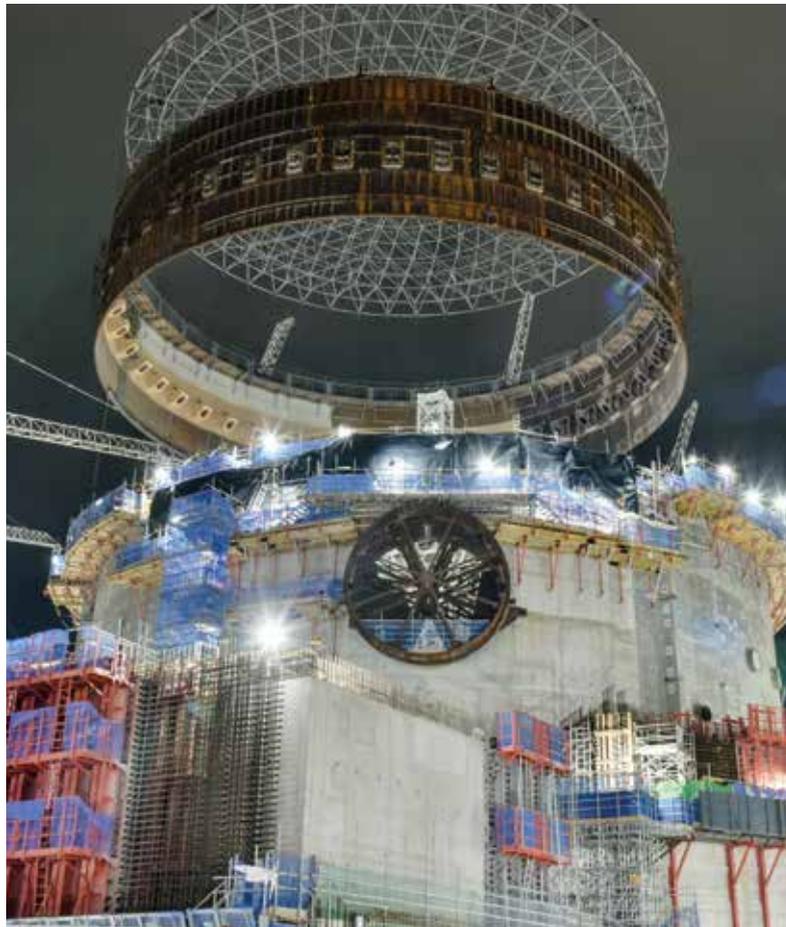
L'unité nationale d'ingénierie en exploitation (UNIE) a signé une convention avec Flamanville 3 et travaillé ses organisations. Le dispositif de contrôle interne pour traiter les demandes de dérogation aux RGE a été défini. Compte tenu de la complexité de ces dernières, je m'interroge sur son dimensionnement pour traiter le flux de demandes en phase de démarrage.

L'UNIE assure un rôle de tour de contrôle des doctrines de tous les paliers du parc en exploitation. En ce qui concerne l'EPR, la GPEC de l'UNIE, le mécanisme de supervision documentaire et les responsabilités de rédaction des documents d'exploitation restent à clarifier. La VC1 est prise parfois comme jalon de référence alors qu'il est préférable de garder en repère le jalon chargement.

Sur le nombre total de pièces de rechange (PdR), sous responsabilité de l'unité technique opérationnelle (UTO), 95% se distinguent de celles du parc existant, parfois uniquement sous l'angle documentaire.

Je note positivement la constitution d'un stock de PdR pour les 36 premiers mois d'exploitation. Cependant, le programme et le calendrier de maintenance n'étant pas encore définis, on ne peut garantir l'adéquation du stock aux besoins. La mise à disposition de la documentation et le renseignement des bases de données des PdR doivent se poursuivre : des bulletins d'identification et de recettes (BIR) font défaut, les modèles industriels ne sont pas tous définis, une partie du stock de PdR initial constitué a été utilisée sans être systématiquement réapprovisionnée. L'exploitant rencontre dès à présent des difficultés pour effectuer certaines interventions par manque de pièces de rechange.

Enfin, la DIPDE organise la mise en place de la Design Authority EPR-FLA3 qui sera opérationnelle au chargement du combustible, aux côtés de la DPN.



HPC1 : mise en place de la troisième section du liner

DE FLAMANVILLE 3 AUX AUTRES EPR

LES EPR DU ROYAUME-UNI : OBJECTIF RÉPLIQUER

Le chantier de Hinkley Point C (HPC) reste impressionnant et dense avec plus de 8000 intervenants mi-2022.

Je salue la volonté du projet de HPC de permettre la maintenance tranche en marche, en tirant parti des redondances offertes par les 4 trains de sauvegarde. Du fait des spécificités de la réglementation britannique et des chaînes d'approvisionnement retenues, le design de HPC ne bénéficie que trop peu des qualifications de matériels déjà acquises à Flamanville 3 (moins de 50 % seraient reconductibles).

Les restrictions liées au Covid étant levées, le projet de HPC pourrait se rapprocher davantage d'Edvance et de Flamanville 3 afin :

- de travailler à la sécurisation des ressources nécessaires au traitement des incohérences résiduelles entre le design détaillé (de responsabilité Edvance) et la production des plans d'exécution (de responsabilité HPC) ;
- d'acquies tout le REX du démarrage de Flamanville 3, en y détachant de futurs exploitants.

Les modalités de financement des projets de Hinkley Point C et de Sizewell C engendrent des détenteurs de licence distincts. Cette situation pourrait conduire à des choix de modèles d'exploitation différents entre les deux sites. Je préconise de garder un modèle d'exploitation, qui se rapproche le plus possible du modèle *One operator*, afin de bénéficier de synergies et du partage d'expérience. Des études seront aussi nécessaires pour justifier la duplication, les spectres sismiques et la nature des sols étant différents entre les deux sites : 1,9 million d'heures d'études sont provisionnées avec de potentielles modifications à la clé.

Ces deux constats pourraient conduire à ne plus pouvoir réellement parler de palier EPR au Royaume-Uni.



La préfabrication : un atout du chantier HPC

Le groupement Bylor a opté pour une préfabrication lourde *in situ*, en lieu et place d'un montage dans l'installation. La préfabrication accroît la qualité et la sécurité et elle améliore les conditions des contrôles radiographiques. La piscine du réacteur est entièrement préfabriquée. Avec ses 1100 tonnes, elle est l'élément dimensionnant de la plus grosse grue terrestre du monde, Big Carl du levageur Sarens. Le *liner* du bâtiment réacteur et son dôme sont également préfabriqués ainsi que 30 % des ferrallages des voiles, produits en atelier sur site selon une méthode innovante de mécanisation et d'automatisation.

EPR2 : PENSER L'EXPLOITATION

Le projet EPR2 a vu sa dynamique s'accroître après le discours du président Macron à Belfort en février 2022 et devrait voir sa mise en œuvre facilitée par une loi simplifiant l'autorisation de construction de réacteurs.

Le premier béton est attendu pour 2027 à Penly. Je me félicite que le design prenne bien en compte une approche palier : un même réacteur duplicable sur tous les sites hors spécificités liées à la source froide.

Le projet EPR2 travaille sur les principaux enseignements socio-organisationnels de Flamanville 3 : réalisme du planning de construction, proximité de la direction de projet, intégration du REX, coopération avec les fournisseurs en entreprise étendue, association du futur exploitant et état d'avancement des études produites avant de couler le 1^{er} béton. Du point de vue compétences, il convient de sécuriser le transfert des ressources clés de ONE Fla3 vers le projet EPR2.

La complexité des RGE est un sujet auquel on ne doit pas se résigner. Il faut, dès à présent, s'attaquer à celles qui relèvent de l'ingénierie sans attendre les nécessaires évolutions envisagées pour le parc en exploitation. Le REX d'exploitation de Flamanville 3 devra être pris en compte.

J'ai constaté que l'équipe DPN détachée auprès du projet apporte une réelle valeur ajoutée qui lui confère une bonne écoute. La direction de la DPN doit aussi définir pour le palier EPR2 :

- l'organisation de la conduite qui peut avoir un impact sur l'aménagement de la salle de commande et l'interface homme-machine ;
- les stratégies de maintenance pour adapter les choix d'équipement en conséquence : maintenance prédictive et besoins d'e-monitoring associés, échanges standards, périodicité des maintenances préventives des équipements dimensionnants, etc.

De même, le positionnement de la DPN en phase de construction mérite d'être clarifié.

Enfin, dans le domaine des systèmes d'information, le basculement de *Teamcenter* à 3DX, opéré à l'été 2022, nécessite du temps d'appropriation et la prise en compte du retour d'expérience des utilisateurs. Je souligne l'intérêt d'une bonne articulation du déploiement du *Plant lifecycle management* (PLM) de Framatome avec celui du programme SWITCH de la DIPNN.

RECOMMANDATIONS

Les phases d'essais de démarrage et de réglages des systèmes constituent une opportunité majeure de professionnalisation et d'appropriation de l'installation de Flamanville 3. Je recommande aux directeurs de la DPNT et de la DIPNN de systématiser l'implication des équipes de conduite et de maintenance dans ces phases.

Je recommande au directeur de la DPNT, en relation avec le directeur de la DIPNN, d'anticiper le modèle d'exploitation (organisation du site, conduite et maintenance) du palier EPR2 et d'en simplifier les RGE.



Le retour d'expérience (REX) bénéficie à trois fiabilités : celle des équipements, celle des organisations et celle des hommes et des femmes. Au quotidien, il contribue à diffuser les bonnes pratiques et à éviter la répétition d'événements.

Les exploitants ont aussi tiré le REX des accidents de l'industrie nucléaire : Three Mile Island, Tchernobyl et Fukushima.



Le retour d'expérience, pilier de l'amélioration continue

Le retour d'expérience (REX) s'inscrit dans une démarche d'amélioration continue. Il valorise des expériences pour progresser, transforme l'analyse des incidents en moteur de performance, sert de levier de réussite aux activités récurrentes, améliore la maîtrise des projets, des organisations et, plus largement, des outils industriels.

Avant tout, il sert la sûreté : il traite les causes profondes et les précurseurs des dysfonctionnements et s'intéresse aux événements les plus porteurs d'enseignement, sans se limiter aux événements majeurs.

La boucle d'amélioration continue commence par la collecte des événements, suivie par leur analyse pour comprendre les origines et trouver les axes d'amélioration, puis par la diffusion des enseignements pour mise en pratique. Le REX ne doit pas traiter uniquement des échecs ou des erreurs, il doit aussi capitaliser les succès et les bonnes pratiques.

CANALISER LA COLLECTE D'UN REX PROTÉIFORME

La DPNT et la DIPNN ont fait le choix d'un outil commun de capitalisation et de traitement du REX : Caméléon. Mais trop d'acteurs s'en affranchissent et multiplient des modes parallèles de traitement. D'où des redondances, un manque de vision d'ensemble et une moindre capitalisation dans la durée.

Au Royaume-Uni, la collecte du REX se fait sous *Asset suite* par rédaction de constats (*Condition reports CR*). Les *Learning briefs* diffusent le REX positif.

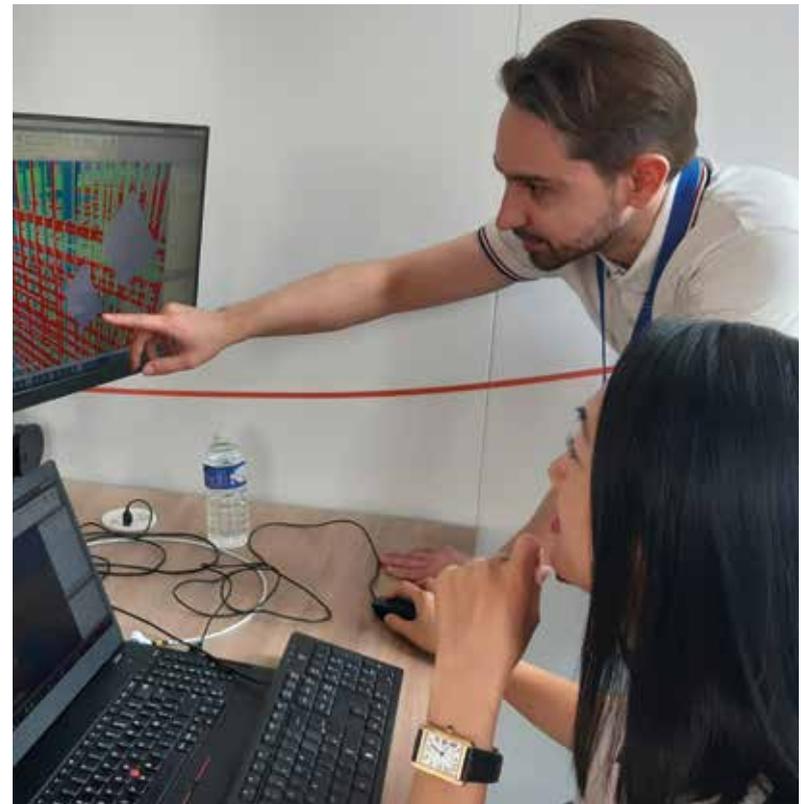
Dans les deux parcs, le REX positif reste trop peu collecté, partagé et valorisé.

La partie accessible du REX international est bien captée et exploitée par la filière expertise. Son utilisation reste perfectible, comme dans le domaine du combustible (exemple de la corrosion du M5). Le REX international, en particulier provenant des Etats-Unis, est contraint par les législations sur le contrôle de l'exportation des données. C'est regrettable.

Sizewell B, unique REP de la flotte britannique, bénéficie du REX et de l'expertise du parc français. Les détachés français, sur site ou à l'état-major d'EDF *Nuclear generation (EDF NG)*, y contribuent avec efficacité.

Caméléon, la base de données partagées du REX

Au début des années 2010, un même événement était traité par l'exploitant dans plusieurs bases de données. En 2015, la DPN a développé un outil indépendant du système d'information du nucléaire (SDIN) pour collecter et traiter le REX événementiel du parc. Caméléon voit le jour en 2018. Les directions de l'hydraulique et du nouveau nucléaire l'adoptent rapidement. Caméléon propose pour un même constat différentes formes de traitement. Deux à trois fois par an, la DPN fait évoluer le programme en mode agile : des groupes d'utilisateurs font des propositions, soumises au vote.



Implantation des platines d'ancrage de HPC (REX de Flamanville 3)

Le partage du REX entre EDF, ses fournisseurs et ses prestataires, voire ses propres filiales, est trop peu développé, dans les deux sens. Il se heurte à la protection du savoir-faire, de la propriété intellectuelle et des droits d'usage.

Les projets du nouveau nucléaire, encore trop silotés et focalisés sur les livrables et le planning, n'ont que trop peu de ressources et de temps pour en faire bénéficier les autres projets. La direction support aux projets et transformation numérique (DSPTN) assure l'animation transversale pour le compte de la DIPNN. Son réseau d'ingénieurs de liaison est essentiel au succès de la démarche. Je note un réel gain en maturité depuis 2019.

ANALYSE DU RETOUR D'EXPÉRIENCE : VERS PLUS DE QUALITATIF

UNE ORGANISATION COMPLÈTE VOIRE COMPLEXE

Après une baisse de régime en période de Covid, le REX a retrouvé un fonctionnement normal en France et au Royaume-Uni.



Partage de retour d'expérience

L'unité nationale d'ingénierie en exploitation (UNIE) pilote le REX événementiel transversal de la DPN avec deux niveaux de temporalité :

- le REX chaud des principaux événements du parc dont une sélection est partagée avec les sites dans le cadre du journal hebdomadaire du REX ;
- le REX froid, analyse approfondie d'environ 10 % des événements consignée dans des fiches REX (FIREX).

L'outil Caméléon est parfois utilisé de manière trop notariale et comme mode de preuve. Les analyses de tendance des signaux faibles enregistrées dans l'outil apportent peu de valeur : les problèmes sont souvent déjà connus. De plus, son utilisation nécessite un temps de prise en main et ne présente pas les facilités d'un *Google* du REX.

Le REX des modifications a été jugé par la DPN comme trop peu réactif et morcelé. Je soutiens la DPN dans sa volonté de le dynamiser, le structurer et le coordonner.

L'organisation du REX de la DIPNN s'appuie sur trois piliers : le REX « boucle courte », le REX « à enjeux » à la demande des projets nucléaires neufs et le système d'information Caméléon. Les unités l'examinent en réunions périodiques, les comités REX (COREX). Le partage transversal se fait dans le cadre d'un comité opérationnel (COFIL) et d'un comité stratégique (CoStrat). Ce dernier réunit des représentants des directions de la DIPNN pour statuer sur le bon fonctionnement du REX et décider d'actions d'amélioration. L'animation transversale du REX a gagné en maturité sous la coordination de la DSPTN. La fermeture de la boucle du REX reste cependant trop laissée à la responsabilité des différents projets.

L'ingénierie de Framatome capitalise son REX dans l'outil *DevonWay*. Le *Lessons Learned Event Committee* partage le REX et alimente *Eadvance*.

Au Royaume-Uni, les comités REX font l'objet d'une implication hétérogène. Ils sont parfois trop alimentés en signaux faibles d'une utilité très relative : culture du *Data rich action poor*. Les *Condition reports* sont souvent trop imprécis au détriment de leur efficacité.

Au sein du groupe EDF, le dispositif organisationnel est très complet, voire complexe : le REX n'est pas sous-administré !

L'ANALYSE DU REX : FAIRE MOINS POUR FAIRE MIEUX

A la DPN, le REX se focalise sur les événements de perte de production, les événements significatifs sûreté, radioprotection et environnement (ESx) et les événements sécurité. Les directives 100 et 135 (DI 100 et DI 135) cadrent les deux premières catégories. Vu la charge actuelle des équipes et la lourdeur du dispositif d'analyse, certains événements intéressants ne relevant pas de ces deux directives échappent à l'analyse et au partage. C'est le cas de trop d'événements de

maintenance au motif qu'ils n'ont pas de conséquence sur la disponibilité ni la sûreté.

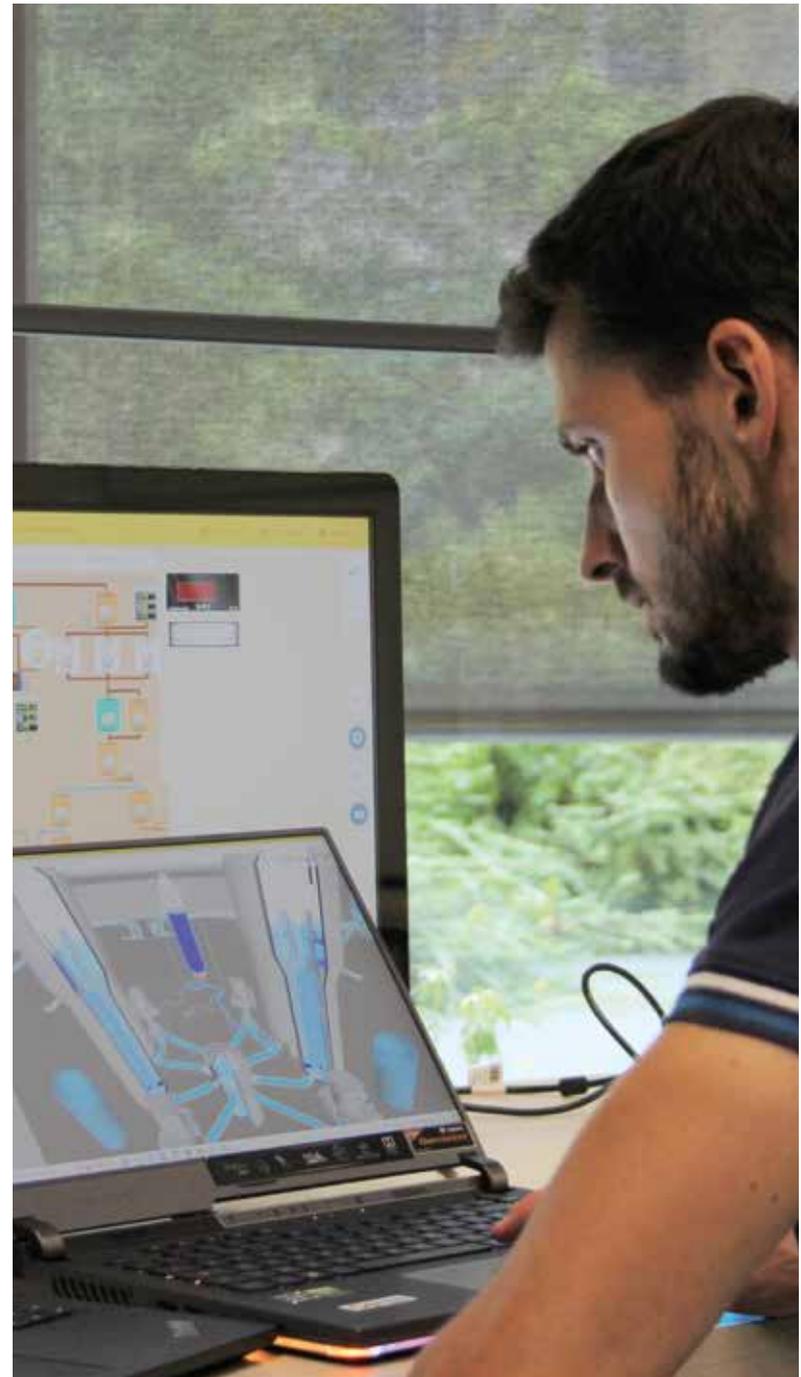
L'analyse d'événement ne s'improvise pas. En France, EDF utilise le Guide d'analyse approfondie d'un événement, complété d'une formation. Je regrette que la méthodologie d'analyse oriente davantage les plans d'action sur les organisations et les équipements que sur les comportements et les compétences. La charge de travail des analyses approfondies des ESx est importante. En France, la déclinaison de l'échelle INES pour caractériser les écarts est singulière. Ainsi, la DPN déclare près de 13 événements significatifs de sûreté (ESS) par réacteur et par an pour 4 au Royaume-Uni. Sur 700 ESS déclarés par an en France, seuls une cinquantaine présentent un intérêt (*noteworthy*) pour WANO. En outre, l'application systématique de la DI 100, qui prescrit une analyse approfondie de tout événement, crée une charge de travail significative dont la valeur ajoutée n'est pas nécessairement à la hauteur du temps passé. Par exemple, chaque compte rendu d'ESS, même mineur, fait plusieurs dizaines de pages et requiert à *minima* une cinquantaine d'heures de travail. Trop nombreuses, les actions décidées portent essentiellement sur des aspects organisationnels et documentaires.

J'estime nécessaire de revoir la DI 100 et ses modalités d'application pour proportionner l'effort aux enjeux et libérer du temps. Je recommande de mieux prendre en compte les comportements et les compétences dans l'analyse des causes et les suites données pour tous les événements relevant des DI 100 et DI 135.

En matière d'ouverture, je salue le partage d'expérience organisé en 2022 entre l'UNIE et l'institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) sur leurs méthodes de travail respectives ainsi que l'existence d'un partenariat historique entre la DPN et le STXN (service technique mixte des chaufferies nucléaires, organisme tripartite MARINE-DGA-CEA).

Les ingénieries, plus rarement impliquées dans la déclaration d'événement, se montrent moins proactives pour conduire des analyses approfondies. Elles se placent parfois trop en mode défensif. En complément des analyses menées par les départements métiers, les analyses de deuxième niveau des ESS et de cumuls des écarts de conformité lancées par la DIPDE méritent d'être développées.

Au Royaume-Uni, le personnel impliqué dans les analyses d'événement approfondies est bien formé à la méthode. Cependant, les actions restent trop nombreuses et ciblent insuffisamment les causes profondes. La fermeture de la boucle du REX reste perfectible. Les analyses d'événements (*Significant adverse condition investigation SACI* et *Adverse condition investigation ACIN*) prennent parfois du retard ainsi que les actions qui en découlent. Si les principales actions issues des analyses font l'objet de mesures d'efficacité, ces dernières sont souvent mal calibrées pour correctement en mesurer les effets.



Modélisation par R et D Saclay

La DPN cherche à réduire le nombre d'événements à analyser et d'actions associées afin de faire moins pour faire mieux. EDF NG a une démarche similaire de réduction pour mieux cibler et traiter les causes profondes et assurer un meilleur pilotage des actions.

ENJEUX DU REX : TOUCHER LES INTERVENANTS

Au plan national de la DPN, le REX technique est partagé dans les réseaux métiers et les communautés de pratiques. Celles-ci souffrent encore d'une certaine confidentialité, voire d'un manque d'adhésion et leur dynamisme est hétérogène. Les plus actives assurent une diffusion du REX technique très appréciée et efficace. Les réseaux numériques utilisés par les équipes de direction créent un système d'information parallèle qui ne saurait être considéré comme un outil de REX.

Dans les CNPE, la diffusion du REX aux intervenants incombe aux managers de première ligne (MPL) et aux responsables d'équipes (RE). Ils doivent, en particulier, commenter à l'intervenant les fiches REX, jointes aux dossiers d'intervention imprimés. Il est regrettable qu'encore trop peu de ces fiches soient capitalisées dans le SDIN. De plus, les fiches ne sauraient suffire : l'essentiel demeure l'accompagnement de l'intervenant par les managers ou référents pour une bonne appropriation des enseignements concrets du REX.

Le REX pour éviter la répétition d'événements

La fermeture du robinet d'alimentation des générateurs de vapeur, due à l'échauffement de son câble d'instrumentation et de commande, provoque l'arrêt automatique du réacteur (AAR). Cet AAR d'origine matérielle était évitable si les contrôles, décidés dans le cadre du REX d'un AAR précédent, avaient été correctement faits sur le terrain.

Lors du démarrage, le réacteur a connu un second AAR, dû à une présence importante d'algues dans le bassin de l'aéro-réfrigérant. Enfin, lors du deuxième redémarrage de ce même réacteur, la vidange du condenseur a provoqué le déboîtement d'une tuyauterie composite importante pour la sûreté.

L'unité de logistique et de maintenance (ULM) intègre efficacement le REX en boucle courte. Des revues de REX systématiques sont organisées après chaque chantier et complétées par des revues annuelles. De plus, le REX événementiel de la DPN est analysé périodiquement par une structure centralisée qui le déploie dans les agences de l'ULM.

Au Royaume-Uni, EDF NG diffuse les fiches REX avec le système d'information *Organisational learning portal* (OLP). Insuffisamment pragmatiques, elles sont peu accessibles aux primo-intervenants. Les sites en cours de déchargement restent associés à la flotte d'EDF NG et continuent d'utiliser les mêmes méthodes de travail. Les activités de déchargement du combustible s'opèrent dans une fenêtre de temps suffisamment ramassée pour sécuriser le transfert du savoir-faire et le REX. La démarche d'apprentissage par les pionniers (*Lead and learn*) facilite le partage des informations propres au déchargement.

Le dispositif de management des compétences (*Knowledge management*) de l'ingénierie de Framatome s'appuie notamment sur l'animation d'une soixantaine de communautés de pratiques auxquelles les experts participent obligatoirement pour partager leur savoir et le retour d'expérience. Le partage du REX entre Framatome et EDF reste complexe au sein même d'Edvance, les droits d'accès variant selon ses quatre profils de collaborateurs (mise à disposition EDF et Framatome, salariés sous convention SYNTEC et prestataires). Le protocole d'utilisation de la propriété intellectuelle (PIDU) constitue le principal obstacle : je souhaite que l'on se saisisse de sa renégociation en cours pour faciliter le travail quotidien des acteurs et le partage du REX.

Les pratiques sur le terrain ont du mal à évoluer à la DPN comme à EDF NG. Les problématiques réapparaissent après avoir disparu. Toucher l'intervenant, prestataire ou non, faire changer les pratiques dans la durée, reste le plus difficile. Au-delà des bases de données, la mémoire collective doit être nourrie par la formation, l'utilisation des maquettes, les entraînements, le compagnonnage, l'encadrement sur le terrain et la pratique quotidienne. L'ingénierie, quant à elle, exploite son REX interne dans la limite du silotage de ses organisations et peine à intégrer pleinement le REX d'exploitation.

Dans les parcs comme dans l'ingénierie, j'estime que connaître, transmettre et utiliser le REX relèvent avant tout de la responsabilité des métiers.

GARDER LA MÉMOIRE VIVANTE

Le REX en tant que support de la mémoire collective doit être conservé dans la durée. *In fine*, sa performance se mesure par l'absence de récurrence d'événement identique ou similaire.

Les contenus des anciennes bases du REX événementiel de la DPN ont bien été versés dans l'outil Caméléon. De même, la DIPNN a transféré dans Caméléon l'historique du REX capitalisé jusqu'alors dans les bases *DIN operating experience* (DOE).

REX de WANO : les SOER

WANO contribue au partage d'expérience entre exploitants nucléaires en publiant des rapports relatifs aux événements ou famille d'événements significatifs. Tout *Significant operating experience report* (SOER) inclut des recommandations dont la bonne mise en œuvre est évaluée au cours des revues de pairs. Des informations détaillées sont mises à la disposition des membres dans chaque SOER : description, analyse approfondie des événements, recommandations, formations et guides d'usage (*How to guide*).

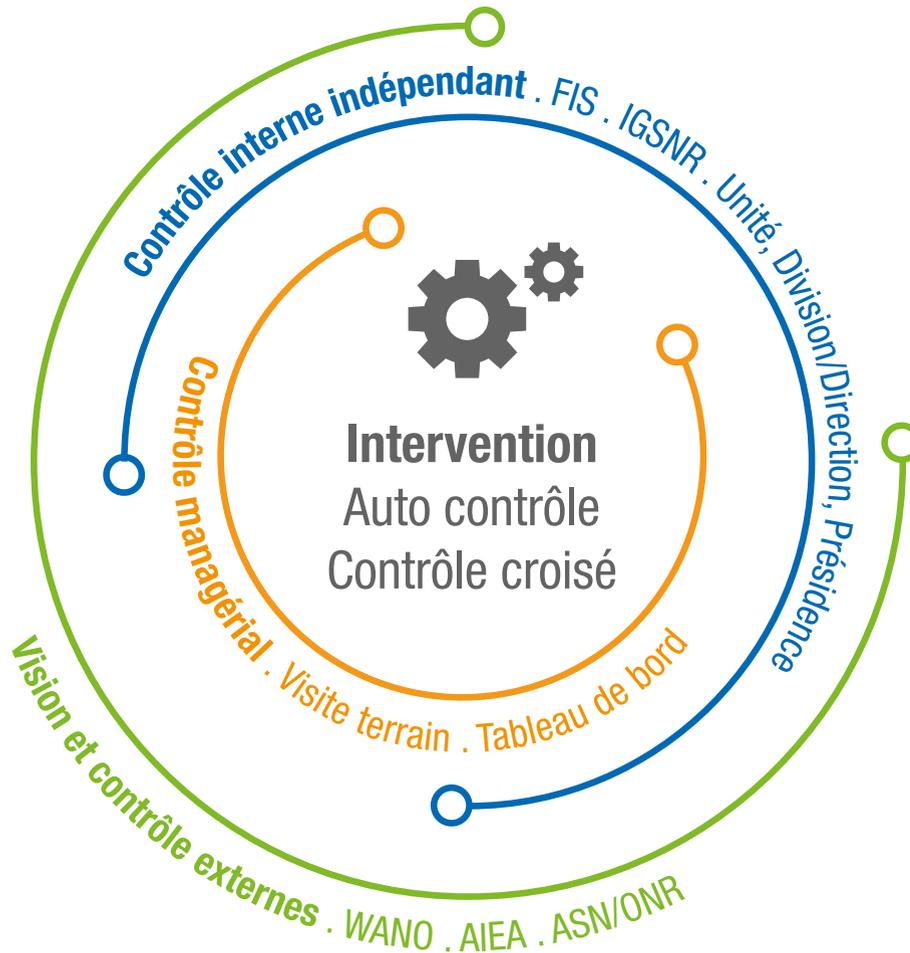
L'ingénierie (EDF comme Framatome) capitalise traditionnellement son savoir et son REX dans des documents autoportants très complets : des notes de synthèse, d'étude, etc. L'exclusion de rupture des soudures des traversées vapeur de Flamanville 3 a fait l'objet de plusieurs fiches de REX rédigées par la DI et traduites en anglais pour être utilisées par les projets britanniques. Il est essentiel qu'au-delà de ce savoir écrit, les entités d'ingénierie puissent faire bénéficier les autres projets de leur expérience et ce, de manière vivante.

Deux sites britanniques se sont engagés dans l'utilisation expérimentale d'un outil d'intelligence artificielle pour analyser les tendances des signaux faibles collectés. Je suivrai cette expérimentation pour en mesurer l'efficacité et les gains.

RECOMMANDATION

Pour rendre le REX plus efficace, en faisant évoluer les pratiques de terrain et en agissant sur les compétences plutôt qu'en complexifiant les organisations, je recommande aux directeurs de la DPNT et d'EDF NG :

- de simplifier les analyses approfondies de certains ESx et de les proportionner aux enjeux ;
- d'orienter davantage les actions sur les compétences, voire les comportements si nécessaire ;
- de rééquilibrer les ressources consacrées au REX, de l'amont (collecte et analyse) vers l'aval (diffusion et évolution des pratiques de terrain).



L'existence d'une filière indépendante de sûreté est une des sept exigences de la politique de sûreté du Groupe et un standard international de l'AIEA et de WANO.

Située aux différents niveaux du groupe EDF, elle doit pouvoir mener ses évaluations en toute indépendance de la ligne opérationnelle. Ce niveau de surveillance et de contrôle interne supplémentaire ne se substitue pas à la responsabilité de l'intervenant (autocontrôle) et de l'encadrement (présence terrain).

WANO apporte un regard externe ; l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) et l'AIEA exercent le contrôle réglementaire.

La filière indépendante de sûreté : retrouver l'agilité

08

Le groupe EDF a déployé des filières indépendantes de sûreté (FIS) dans toutes les entités liées à des activités nucléaires : sites de production, services d'ingénierie, unités de maintenance, projets de construction de nouveaux réacteurs, unités de déconstruction.

Dans les sites de production nucléaire en France et au Royaume-Uni, les organisations des FIS sont différentes, bien en place et conformes aux standards internationaux.

Au Royaume-Uni, les évaluations indépendantes de sûreté sont réalisées par l'*Independent nuclear assurance* (INA). L'équipe locale, sans lien hiérarchique avec la direction du site, rapporte directement au plan national. L'équipe nationale conduit des inspections à thème pour le compte de l'état-major d'EDF *Nuclear Generation* (EDF NG), sur la base d'un programme quadriennal. L'INA national et les équipes locales rédigent chacune un rapport semestriel sur la sûreté, la sécurité, la radioprotection et l'environnement, qu'elles partagent avec chaque direction de site ou la direction d'EDF NG. Chaque site dispose en plus d'un département technique sûreté sécurité (TSSD), qui comprend une ingénierie sûreté, le groupe de sûreté nucléaire (NSG), et une équipe d'audit qualité du *quality management group*. Le responsable de ce département, le *Technical and safety support manager* (TSSM), est un collaborateur direct du directeur de site.

Sixième exigence de la politique de sûreté du Groupe

Une fonction d'évaluation de sûreté indépendante, souvent constituée en « filière indépendante de sûreté », est mise en place au sein de chaque entité, en particulier dans chaque site nucléaire, ainsi qu'au niveau du Groupe. En toute indépendance des lignes opérationnelles, elle vérifie l'application des principes et exigences de cette politique. Elle rapporte au dirigeant de l'entité ; elle alerte l'échelon supérieur si elle l'estime nécessaire. Les dirigeants s'assurent que ces fonctions disposent des moyens, des compétences et de l'autorité nécessaires, et qu'elles jouent effectivement leur rôle de contrôle.

En France, les compétences d'évaluation indépendante, de vérification, d'audit et d'ingénierie sûreté sont regroupées dans le service sûreté qualité (SSQ). Le directeur sûreté ou chef de mission sûreté qualité (CMSQ) est membre de l'équipe de direction du site et coordonne les activités de la filière. L'inspection nucléaire (IN), unité nationale d'audit et de vérification, mène des évaluations sur site et dans les unités

d'ingénierie de la DPN ainsi que dans des entités parties prenantes de la DPNT dont la DIPDE. Elle rédige notamment un rapport annuel sur l'état de sûreté.

Ce chapitre examine les activités de la FIS sans développer les actions locales et nationales d'audit et de vérification. Celles-ci s'appuient sur un programme pluriannuel et émettent des recommandations dont la valeur ajoutée est reconnue. De même, les activités du *Nuclear safety review board* (NSRB) qui intervient sur les sites d'EDF NG ne sont pas couvertes par ce chapitre.

DES FILIÈRES INDÉPENDANTES OPÉRATIONNELLES DANS L'ENSEMBLE DU GROUPE

DANS LES SITES DE PRODUCTION, UNE ORGANISATION MATURE AUX RESSOURCES FRAGILES

Des deux côtés de la Manche, le management opérationnel manifeste clairement son besoin de s'appuyer sur la filière indépendante sûreté et sollicite son regard critique.

Des rituels sont en place : en France, la confrontation quotidienne chef d'exploitation/ingénieur sûreté (CE/IS), singularité mondiale, les rencontres périodiques IS/directeur de site ; au Royaume Uni, les rencontres régulières entre l'INA et le *Shift manager* (SM), l'*operations manager* ou le directeur de site.

Les équipes FIS sont dynamiques et motivées. Les évaluations et interactions avec les équipes de conduite sont très structurées. Les appairages entre IS et équipes de conduite ou de maintenance sont fréquents. Les évaluations sont complétées d'analyses régulières des écarts pour déterminer les points d'attention et les faiblesses à prendre en compte.

Early outage safety review (revues de sûreté préalables à l'arrêt)

Au début de tout arrêt majeur, il faut éviter que la motivation pour commencer le travail dès que possible ne risque de compromettre le respect des exigences de sûreté et de qualité. Pendant les cinq premiers jours de l'arrêt, une équipe de l'INA effectue un examen indépendant des exigences et des comportements, par des observations sur le terrain et des discussions avec les intervenants. Cette évaluation permet de s'assurer que les intervenants comprennent et respectent les exigences de sécurité, de sûreté et de qualité.

En France, les ingénieurs sûreté ont un bon niveau d'expertise conduite. En effet leur qualification à la conduite accidentelle est requise. Leur implication, très sollicitée par les évolutions permanentes de référentiels, nourrit leur connaissance du fonctionnement du réacteur.

Au Royaume-Uni, la séparation nette entre l'INA et l'ingénierie sûreté accroît la diversité des profils recrutés. Cela facilite les évaluations indépendantes dans un large spectre d'activités. Toutefois, le maintien du bon niveau de connaissances des principes de sûreté à la conception est plus difficile et reste l'apanage du groupe de sûreté nucléaire (NSG).

Je regrette que l'effectif des FIS soit régulièrement incomplet en France et au Royaume-Uni. Les causes sont multiples : une pépinière mal dimensionnée pour faire face aux mouvements de personnel et aux échecs après jury, une attractivité insuffisante liée aux opportunités professionnelles offertes au départ de la FIS.

En France, compte tenu de la qualification à la conduite accidentelle exigée, il est difficile d'élargir aisément les recrutements à des profils différents de ceux issus de la conduite. Au Royaume-Uni, l'interdiction de mutation vers l'INA depuis un emploi opérationnel du même site rend plus difficile l'intégration de compétences de conduite. Cette situation peut affecter la légitimité de l'INA face aux acteurs de la conduite, dont le *Shift manager*.



Site de Penly

DANS LES INGÉNIERIES, DES FIS EN PLACE MAIS À CONSOLIDER

Les filières indépendantes de sûreté sont en place dans toutes les entités d'ingénierie ou de projet. Elles disposent le plus souvent de compétences reconnues. Leur positionnement dans les organisations

varie selon les unités. Certaines sont intégrées dans une autorité de contrôle indépendante comme la DACI, chez Edvance ; certaines sont intégrées dans des départements d'ingénierie sûreté, comme la DESA à la DIPDE qui assure, par ailleurs, le rôle de *design authority* de la DPNT. L'*Independent nuclear regulator* (INR) est opérationnel sur le chantier de Hinkley Point C, avec une organisation similaire à celle des sites en exploitation. A Flamanville, le projet One FLA3 s'appuie sur la FIS conception et la FIS de l'exploitant pour les activités de montages et d'essais.

Le département filière indépendante de sûreté et de qualité (DFISQ) réalise des évaluations dans les entités de la DIPNN. Certaines missions sont réalisées avec l'appui de l'inspection nucléaire de la DPN. D'autres intègrent les responsables FIS des entités d'ingénierie et de projet.

Je constate que le management sollicite les avis de la FIS, notamment au travers de rencontres périodiques, et s'efforce de prendre en compte les recommandations qui lui sont faites. Cette posture renforce la légitimité des FIS, sachant qu'elles n'ont pas encore la maturité de celles des sites de production. Elles sont régulièrement invitées aux réunions de décision technique et affichent un avis indépendant. J'ai pu en noter quelques exemples. J'estime que l'essentiel des progrès à venir relève de ce champ. J'attends qu'une FIS d'ingénierie s'exprime non pas tant sur le contrôle qualité des documents, que sur les objectifs de sûreté, les champs couverts par les études.

Je soutiens l'ambition portée par le DFISQ de migrer vers une posture de challenge, dans l'esprit d'une sûreté portée par un exploitant responsable et non d'une sûreté gérée pour répondre aux exigences réglementaires. J'estime en effet que la vision décalée de la FIS doit s'exercer également sur les comportements, les compétences et, plus largement, la culture sûreté.

Des progrès sont attendus pour gagner en efficacité. Les FIS doivent pouvoir mieux équilibrer les charges d'ingénierie sûreté qu'elles doivent assurer et les évaluations ciblées qu'elles décident en toute indépendance.

Je note avec satisfaction les efforts faits pour partager les pratiques des filières indépendantes de sûreté entre toutes les entités du Groupe. Le DFISQ anime les FIS DIPNN. Les liens se renforcent entre FIS DPNT et FIS DIPNN. L'organisation du premier séminaire des FIS du groupe EDF, en décembre 2022, en témoigne.

LA VISION DÉCALÉE, CLÉ DE LA RÉUSSITE

L'ÉVALUATION QUOTIDIENNE DE SÛRETÉ : UN RITUEL PRÉCIEUX

Chaque jour, l'ingénieur sûreté (IS) d'astreinte et le chef d'exploitation (CE) mènent chacun une évaluation sûreté des unités de production du

site. Lors de sa tournée sur le terrain, l'IS fait une visite approfondie des salles de commande et il échange souvent avec les opérateurs et le pilote de tranche. Il effectue des points de contrôle systématiques dans les locaux électriques et les bureaux de consignation. Une procédure le guide dans la collecte des données. Toutefois, il pourrait être plus exigeant sur les conditions de sérénité en salle de commande et l'application des fondamentaux de la conduite. De plus, les activités de maintenance sont rarement évaluées. Le CE et l'IS partagent en fin de matinée leurs bilans sûreté contradictoires, lors de leur confrontation.

Je regrette que cette évaluation indépendante de sûreté s'inscrive dans une trop grande routine sans laisser de place suffisante à l'initiative, et parfois dans des procédures qui peuvent être identiques à celles du personnel de conduite. La redondance de contrôle avec les mêmes lunettes limite souvent la détection à des écarts mineurs, voire administratifs. En effet, sans une vision décalée, un éclairage sous un autre angle, il est plus difficile de détecter les situations singulières.

Ainsi l'IS ne voit plus des échafaudages non utilisés depuis deux mois qui encombrant un chemin d'évacuation ou d'accès incendie dans un local électrique.

Au Royaume-Uni, la confrontation des évaluations quotidiennes de sûreté est davantage laissée à l'initiative des deux parties : l'INA et le SM. L'INA participe à la revue quotidienne des *Condition report* (constats terrain). Elle peut demander des analyses complémentaires au SM, si besoin.

L'INA couvre correctement les domaines de la maintenance, de la radioprotection, de l'ingénierie et des prestataires. Mais elle doit progresser dans son appréhension des problématiques de la conduite, couvertes plus largement par les ingénieurs du groupe de sûreté nucléaire (NSG) qui ont une expertise confirmée du rapport de sûreté et de la physique du réacteur. Ils assistent le SM dans la caractérisation des écarts, l'interprétation des règles d'exploitation et la maîtrise de la réactivité.

LA FIS FRANCE : ÉLARGIR LE CHAMP D'ANALYSE ET DONNER UNE VISION PROSPECTIVE

Un temps significatif est consacré à la formalisation de la détection de tous les écarts d'exploitation et à la caractérisation de la typologie des événements significatifs, sujets à déclaration à l'autorité de sûreté nucléaire (ASN). Le même effort est consacré aux écarts simples et à d'autres plus sensibles et plus sujets à divergences d'analyse entre le CE et l'IS. J'estime nécessaire de trouver un meilleur équilibre entre le formalisme excessif et la valeur ajoutée de l'analyse indépendante (cf. chapitre 7).



Echanges CE/IS à Belleville

Les IS, grâce à leurs activités d'ingénierie sûreté, détiennent une grande maîtrise des règles générales d'exploitation et du rapport de sûreté. C'est un atout précieux pour assurer l'assistance conseil auprès des opérationnels et détecter les écarts. Cependant, la catégorisation toujours plus fine de la typologie des écarts ne doit pas détourner les IS de la priorité d'apprendre davantage des écarts pour prévenir leur répétition.

Le temps ainsi dégagé pourrait être mis à profit pour élargir leur champ d'interpellation et étendre par exemple leurs évaluations :

- aux activités de maintenance sur le terrain ;
- aux compétences (qualité de la formation et des recyclages) ;
- au partage des leçons tirées des événements majeurs ;
- à l'incarnation de la culture de sûreté ;
- aux comportements en radioprotection (en particulier dans le cadre du plan de reconquête) ;
- à la conduite du changement des organisations ;
- à l'intégration des modifications et à l'évaluation des gains effectifs en sûreté ;
- à une vision plus prospective de la situation sûreté des sites.

Les FIS contribuent à la rédaction du diagnostic annuel de sûreté (DAS). Leur implication est essentielle, compte tenu de leur approche indépendante. Mais je regrette que ces DAS ne prennent pas mieux en compte les comportements de tous les métiers et n'analysent pas vraiment la culture de sûreté au-delà du fonctionnement des sous-processus supports. De plus, ils tendent trop souvent vers un rapport d'activité, lourd, administratif et sans véritable vision prospective, pourtant gage du progrès permanent de la sûreté (cf. chapitre 2). J'apprécie les évolutions récentes en vue des prochains diagnostics annuels.

L'inspection nucléaire, se place progressivement en FIS de l'état major de la DPN. Elle challenge ses positions et elle s'auto-mandate sur certains sujets en formant des avis indépendants. C'est ainsi qu'elle a évalué la prise en compte des événements marquants d'exploitation dans les formations de la conduite et une analyse de dossiers de divergence. J'encourage à multiplier ces actions.

EFFICACITÉ DE LA FIS : POUR UNE MESURE PLUS QUALITATIVE

La performance de la FIS doit être évaluée régulièrement, comme rappelé dans la politique de sûreté du Groupe.

L'évaluation quantitative est couramment faite *via* des indicateurs :

- taux d'intégration des recommandations, chaque site se fixant son propre objectif ;
- état des emplois et compétences ;
- taux d'écoute.

Ce dernier indicateur mesure la proportion d'arbitrages favorables à la FIS en matière de déclaration d'événement significatif. J'estime qu'il lui est accordé trop d'importance, dans la mesure où son interprétation peut être délicate, voire détournée. Une valeur faible signifie-t-elle une faiblesse de la FIS ou une attitude conservatrice des métiers ? Une valeur importante souligne-t-elle un manque de capacité de détection des métiers ou une lecture trop administrative des règles générales d'exploitation ?



Echanges avec ONR à Torness

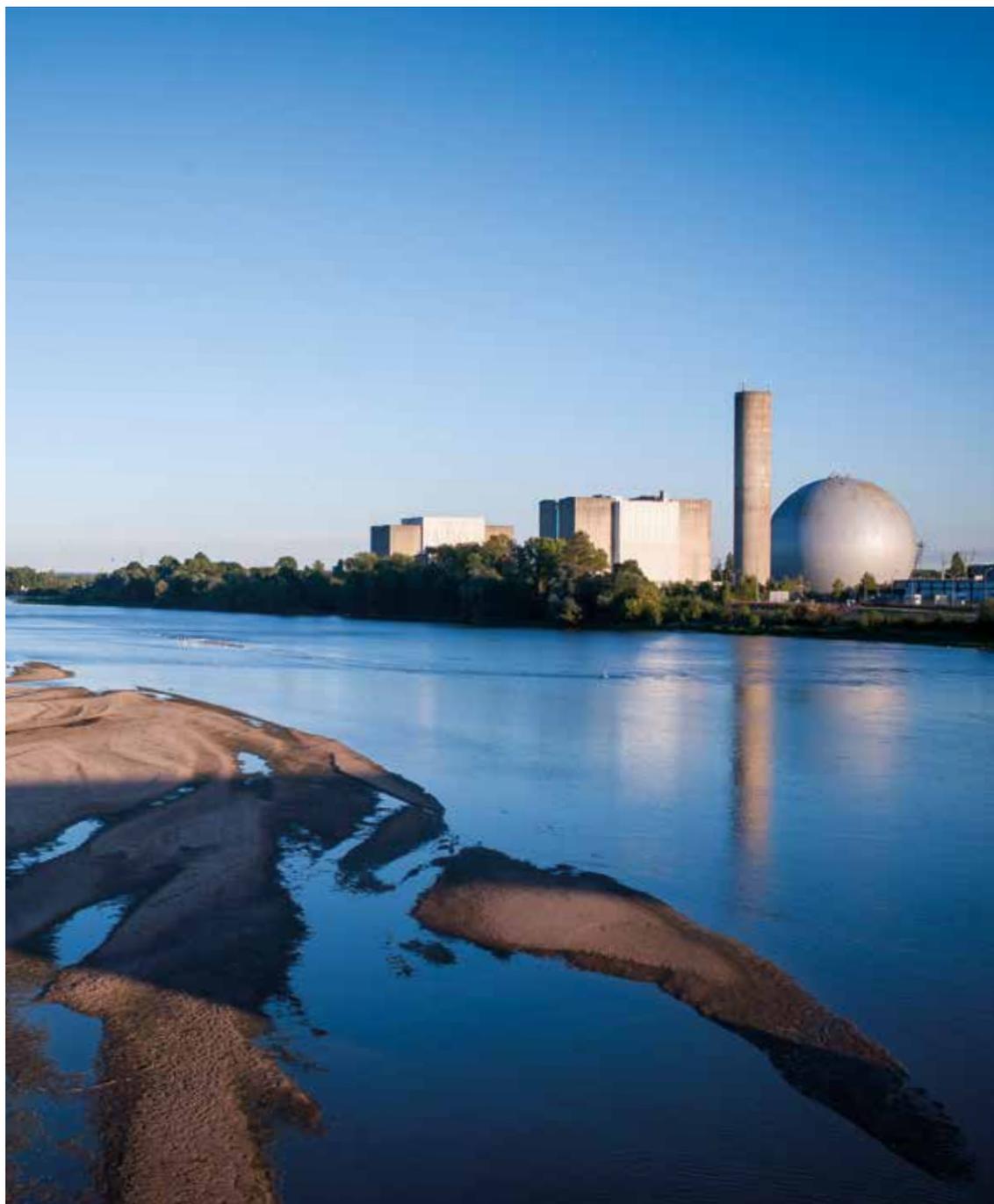
Au-delà de ces indicateurs, le management devrait développer une évaluation plus qualitative de l'efficacité de la FIS, comprenant notamment :

- l'appréciation des domaines couverts et des métiers évalués ;
- l'appréciation des comportements sur le terrain et de la performance sûreté, plutôt que la seule recherche de conformité aux règles ;
- une vision plus prospective des tendances et pas seulement le positionnement en réaction aux événements ;
- le caractère critique des rapports d'évaluation ;
- l'intégration de la FIS dans les instances des entités et l'analyse des prises de décisions opérationnelles ;
- la qualité d'analyse des enquêtes culture de sûreté et la critique des plans d'actions associés ;
- l'ouverture aux différents réseaux des FIS.

RECOMMANDATION

Les filières indépendantes de sûreté doivent s'appuyer sur des ressources compétentes et des profils diversifiés en nombre suffisant.

Je recommande que l'ensemble des entités du Groupe disposant d'une FIS adaptent leur gestion prévisionnelle des emplois et des compétences (GPEC) afin de couvrir toutes leurs activités et de s'assurer de la bonne acquisition de la culture de sûreté par tous les nouveaux embauchés.



La déconstruction fait partie du nucléaire et elle est une des conditions de sa durabilité : le Groupe s'en est vraiment saisi et la dynamique est observable.

Au Royaume-Uni, le déchargement des premiers réacteurs AGR marque une nouvelle étape de l'histoire d'EDF NG.

En France, le démantèlement des réacteurs UNGG a commencé et celui de Fessenheim sera tête de série pour les réacteurs REP.

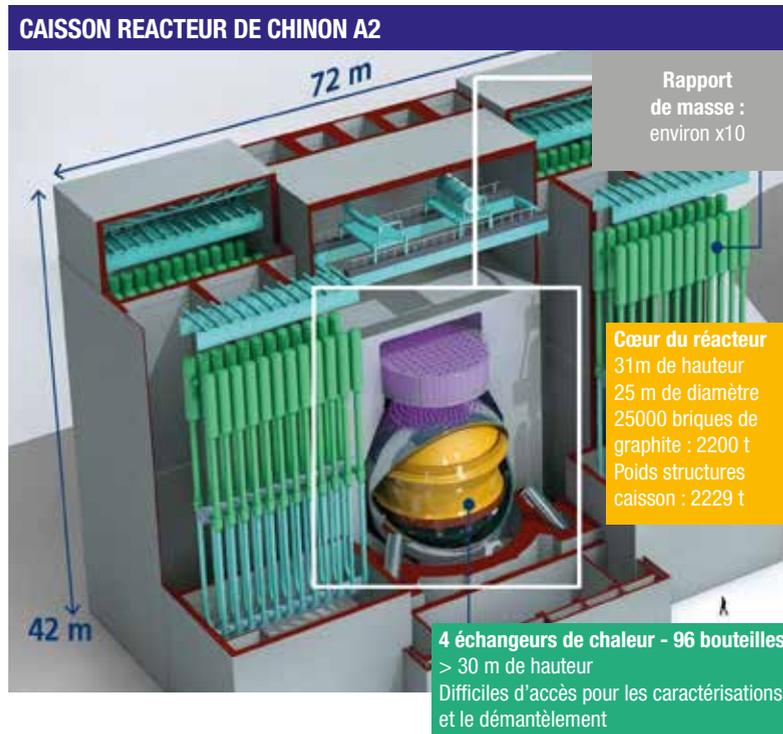
Les réacteurs de Chinon A

La déconstruction : un solide métier du nucléaire

09

À l'arrêt définitif, l'exploitant procède au déchargement (*defueling*) et à l'évacuation du combustible irradié, vers La Hague ou Sellafield. Puis commence la déconstruction, encadrée par des législations très différentes en France et au Royaume-Uni.

Le paysage des installations nucléaires de base (INB) d'EDF à démanteler est varié : en France, les réacteurs à uranium naturel graphite gaz (UNGG), les premiers REP (Chooz A, Fessenheim) et des INB singulières (Brennilis, Superphenix ou l'atelier des matériaux irradiés AMI) ; au Royaume-Uni, les *Advanced gas-cooled reactors* (AGR) dont les premiers viennent d'être mis à l'arrêt.



Comparaison UNGG / REP

Une fois le combustible irradié évacué, l'essentiel des risques nucléaires disparaît (pas de risque de criticité, pas de puissance résiduelle, un terme source réduit de 99,9 %). Le confinement demeure la seule

fonction de sûreté et les enjeux concernent l'environnement (liquides, boues, gaz radioactifs), l'incendie, la radioprotection, l'amiante et la sécurité au travail. En radioprotection, une attention particulière porte sur le risque de contamination par des particules alpha.

L'existence d'exutoires et de stockages de déchets et de combustibles usés conditionne le démantèlement. En France, le plan national de gestion des matières et déchets radioactifs actualise dorénavant tous les cinq ans la planification de la gestion des déchets. Une nouvelle édition a été publiée le 10 décembre 2022.

Des installations singulières

L'AMI procédait notamment à des expertises de combustible irradié ; il fait partie de Chinon A.

Brennilis, réacteur à eau lourde arrêté en 1986, a fait l'objet d'une enquête publique début 2022 en vue du décret de démantèlement complet, attendu en 2023, qui permettra d'engager le démantèlement du bloc réacteur.

La surveillance et le démantèlement du réacteur à neutrons rapides Superphénix mobilisent des moyens substantiels. Le sodium a été retiré de la cuve du réacteur et la découpe du sommier va débuter. Le combustible, dont la puissance résiduelle est très faible, demeure à ce stade entreposé dans une installation du site, l'APEC.

UNE IMPULSION NETTE

L'engagement du Groupe dans la déconstruction et le *defueling* est visible. Des unités industrielles se développent et manifestent leur dynamisme. Les projets sont pilotés. La maîtrise des coûts revêt une grande importance, les projets étant de longue durée et financés par de l'argent public au Royaume-Uni et par les provisions légales en France.

Dans les sites français, j'ai rencontré des gens motivés par la diversité des sujets, une plus grande autonomie, des métiers intéressants. Des allers-retours s'organisent entre la DPN et la DP2D : ils sont à favoriser. La DP2D est l'exploitant nucléaire des INB en déconstruction ; des protocoles ont été conclus avec les CNPE attenants (protection de site, incendie, gestion de crise, etc.) : ils fonctionnent bien. Dans les sites britanniques, je perçois une appétence du personnel pour le

defueling puis une éventuelle mobilité vers Magnox, car ils offrent à une partie des effectifs une perspective d'emploi local de long-terme.

L'ingénierie lyonnaise m'a paru bien mieux intégrée aux projets depuis son transfert de la DIPDE à la DP2D. L'organisation matricielle entre projets et métiers fonctionne malgré quelques silos. Il est impératif que les ingénieurs se rendent davantage sur site pour que ce qu'ils conçoivent corresponde bien aux réalités des installations.

Les projets de déconstruction présentent quelques caractéristiques spécifiques :

- il faut établir un état initial précis et complet, en particulier de l'inventaire radiologique, ce qui est complexe dans les installations anciennes ;
- l'installation se transforme en permanence ;
- les colis de déchets sont le produit de sortie.

C'est un domaine d'innovation, par exemple dans la robotique et les moyens de diagnostic.

En France, la complexité administrative et les calendriers d'instruction sont effrayants (5 à 10 ans) alors que la diminution des risques devrait conduire à alléger les dossiers et procédures. Simplifier les rapports de sûreté et les règles générales d'exploitation (RGE) me semble indispensable (par exemple, des essais réglementaires d'ascenseurs ont été classés en essais périodiques sûreté). Je m'interroge aussi sur la notion de réexamen de sûreté d'installations en démantèlement. A tout le moins, ils devraient correspondre à des étapes d'évolution physique de l'installation plutôt qu'à des jalons décennaux.

Au Royaume-Uni, en vue du transfert de licence à Magnox, il faudra justifier l'absence de combustible et solidement organiser le transfert de l'exploitation de l'installation. Les modalités sont en cours de définition par *EDF NG* et Magnox.

Les sites en déconstruction sont dotés d'une filière indépendante de sûreté (FIS). Son objet principal basculant de la sûreté nucléaire vers la radioprotection, la sécurité au travail, l'environnement, faut-il conserver les mêmes modalités d'organisation ? Au Royaume-Uni, l'INA adapte son mode d'action au *defueling*, une activité d'exploitation pleine et entière, aux enjeux de sûreté certains.

L'ÉVACUATION DES COMBUSTIBLES USÉS : UNE OPÉRATION D'EXPLOITATION

Le déchargement diffère radicalement entre REP et AGR. En exploitation, à chaque arrêt de tranche, les cœurs des REP sont totalement déchargés puis rechargés, le tiers ou le quart des assemblages de combustible (AC) étant remplacé. Cette opération prend deux jours. Dans les AGR, chargement et déchargement sont fréquents (tous les deux mois), partiels, normalement réalisés réacteur en production et ils durent une dizaine de jours.



Fuel route à Hartlepool

L'évacuation vers La Hague des combustibles usés (ECU) entreposés dans les piscines de désactivation des deux réacteurs de Fessenheim s'est achevée en août 2022. Je tiens à saluer cette performance réalisée en 15 mois, sans incident. Le sentiment d'injustice ressenti par le site de devoir arrêter les réacteurs s'est mué en fierté de terminer l'exploitation de belle manière et de faire du déchargement un succès. Le site a revu dans le détail les procédures d'ECU. Après chaque

Des législations différentes

En France, le démantèlement est de la responsabilité de l'exploitant qui reste propriétaire et ultime responsable du combustible usé et des déchets, même après leur prise en charge par Orano ou l'ANDRA.

Au Royaume-Uni, la propriété et la responsabilité du combustible usé, des installations et des déchets sont transférées à un organisme public, la *Nuclear decommissioning authority* (NDA). Les combustibles appartiennent à Sellafield (NDA) dès qu'ils arrivent sur le site et la licence d'exploitant est transférée à Magnox (NDA) à la fin du *defueling* (après vérification que tout le combustible a été évacué).

opération, un débriefing à chaud permettait d'ajuster la suivante. Je suggère que ce REX bénéficie à l'ensemble des sites, les ECU y étant une opération régulière. En fin d'exploitation, les ECU en continu sont facteurs de qualité ; il faut éviter le sentiment de routine. J'apprécie que Fessenheim pilote un groupe de travail de WANO sur ce sujet et que le personnel ait visité La Hague.

Les deux réacteurs de Hunterston B ont été arrêtés respectivement en novembre 2021 et en janvier 2022 et le *defueling* y a commencé en avril, après validation des derniers dossiers de sûreté par l'ONR. Ceux de Hinkley Point B se sont arrêtés en juillet - août 2022 et le *defueling* a commencé en septembre. J'apprécie que des agents aient visité Sellafield. Il a été décidé en juin 2021 que Dungeness B, à l'arrêt depuis 2018, ne redémarrerait pas ; son déchargement commencera mi 2023.

Par la taille du cœur et la complexité des opérations, le déchargement complet des deux réacteurs d'une centrale AGR est prévu durer au moins trois ans. Les opérations seront les mêmes qu'en exploitation mais permanentes et soutenues. Face aux enjeux de fiabilité et de sûreté de la *fuel route*, la vigilance s'impose dans la durée. Une attention particulière devra être portée au maintien des compétences et à la motivation du personnel afin d'éviter la routine ou une pression excessive.

Fuel route

Conçus pour employer de l'uranium faiblement enrichi, les AGR, à la différence des REP, ont des cœurs très volumineux, avec des AC plus nombreux et plus longs qu'il faut remplacer pendant l'exploitation (chargement en continu). L'assemblage puis le démontage des AC sont réalisés dans l'installation. Complexe, la machine de chargement manipule les bouchons des canaux (*plug unit*), manutentionne les AC et joue le rôle de barrière de confinement en puissance et sous pression (40 bars). Elle sert deux réacteurs situés dans le même hall.

La *fuel route* désigne l'ensemble des installations qui assurent la réception et l'évacuation des combustibles, le montage et le démantèlement des assemblages, leur chargement et leur déchargement, leur refroidissement intermédiaire et leur entreposage en piscine. La *fuel route* est exploitée en continu et sa fiabilité est un des défis de l'exploitation des AGR du fait des nombreuses opérations élémentaires, à la cinématique complexe.

Le déchargement complet des cœurs n'ayant pas été prévu à la conception, des justifications de sûreté spécifiques ont été établies. Par exemple, en cas de défaillance de la machine de chargement, la chute d'un AC de toute la hauteur d'un canal avait été prise en compte

mais pas celle d'un bouchon seul (*plug unit*) : il a donc fallu montrer que la chute de celui-ci n'endommagerait pas la plaque support de cœur. De même, il a été vérifié que les flux de CO₂, dans un cœur constitué en partie de canaux vides et en partie de canaux abritant des AC, assurent le refroidissement.



Machine de chargement de Hinkley Point B

Tous les combustibles d'AGR sont envoyés à Sellafield. Son *dismantler*³ est un goulot d'étranglement qui a été fiabilisé. En amont, les capacités de stockage n'étant que d'un à deux mois, un aléa technique sur le *dismantler* entraînerait rapidement la suspension du *defueling* ; Sellafield et EDF NG en ont conscience. La coopération est étroite entre industriels partenaires du *defueling*, dans l'*AGR operating programme* (AGROP).

J'ai visité La Hague et Sellafield et noté l'ampleur et le sérieux des investissements.

³ Installation unique et sophistiquée dans laquelle les crayons sont extraits des éléments de combustible puis insérés dans des carquois adaptés au stockage optimal de longue durée, en piscine.

UNGG : UNE DYNAMIQUE ENGAGÉE

Longtemps différé dans l'attente de la décroissance radioactive et de solutions techniques, le démantèlement des réacteurs UNGG est entré dans une phase active, ce que je salue. J'ai visité Chinon A et Saint-Laurent A et apprécié la tenue des chantiers ainsi que l'état d'esprit des équipes (*cf. supra*).



Echangeurs de Chinon A2

Le démantèlement de caissons d'UNGG n'a pas encore été réalisé à l'échelle industrielle dans le monde. Manifestement non étudiée à la conception, cette opération de grande ampleur (due à des dimensions environ dix fois supérieures à celles d'un REP) se confronte à la difficulté de découper les quelque 10 mètres de béton du confinement et aux incertitudes quant à la bonne méthode de découpe et de récupération des blocs de graphite du cœur.

Le Groupe a modifié sa stratégie en 2016, passant d'un retrait du graphite et d'une découpe des structures métalliques sous eau à une découpe sous air. Le projet prévoit trois phases : un démonstrateur industriel puis une tête de série (TTS), Chinon A2, et enfin le démantèlement des cinq autres UNGG. La TTS est prévue durer une trentaine d'années et le démantèlement des autres UNGG s'étendra jusqu'à la fin du siècle. Les nouveaux dossiers de demande de décrets de démantèlement ont été déposés fin 2022.

Le démonstrateur industriel a été inauguré en 2022. Il comprend un hall industriel où seront testés des robots de découpe et de manutention du graphite. J'insiste sur la préparation à la maîtrise des risques d'incendie et de coups de poussière lors de la découpe du graphite des UNGG.

Avant le démantèlement des caissons, celui des systèmes auxiliaires est en cours, un progrès appréciable. Le chantier de découpe des échangeurs de Chinon A3, véritable cathédrale d'acier, est impressionnant par sa taille et les moyens de manutention en hauteur utilisés. La réfection des structures externes, par exemple de Saint-Laurent A, a commencé. La tenue du génie civil au séisme doit être justifiée sur longue période (un siècle) ; les expertises de béton sont, à ce stade, très encourageantes.

Les principaux risques proviennent des boues, des liquides ou des déchets historiques très contaminés, en fond de piscines, de silos, de bacs, etc. La situation progresse sensiblement, avec la décontamination des piscines des réacteurs et le retrait en cours des déchets historiques à Saint-Laurent ou dans les puits de l'AMI. Il restera des zones sensibles encore quelques années, notamment à Saint-Laurent A et à l'AMI : j'appelle à maintenir la vigilance quant au confinement, en particulier en cas d'agression naturelle.

Le risque de contamination par des particules alpha est caractéristique des usines du cycle du combustible et des installations en déconstruction. Très peu présent dans le parc en exploitation, il exige des dispositions particulières de tenue des chantiers et de contrôle de radioprotection.

Enfin, je suggère de ne pas perdre le témoin de l'histoire technique et industrielle du pays qu'est Chinon A1, « La Boule », à laquelle la région est très attachée et qui est ouverte au public.

REP : FESSENHEIM EN TÊTE DE SÉRIE FRANÇAISE

Le démantèlement des REP est beaucoup plus simple que celui des UNGG. Une dizaine d'entre eux ont déjà été effectués aux Etats-Unis. En effet, l'essentiel des matériels, sauf ceux du puits de cuve, est accessible en exploitation. Le remplacement de générateurs de vapeur, plus gros équipements de l'îlot nucléaire, est d'ailleurs couramment réalisé.

En France, le démantèlement de Chooz A, premier REP français, est bien avancé et sert de prototype. La découpe des internes de cuve, sous eau, est achevée et sera suivie de celle de la cuve. C'est un banc d'essai des techniques de découpe. Des leçons sont également tirées quant à la surveillance des piscines (développement et traitement de microalgues) et aux organisations industrielles. Le réacteur étant dans une caverne creusée dans la roche, une attention particulière porte sur

la collecte et la gestion des eaux d'infiltration dans le massif rocheux ; leur niveau d'activité est déjà proche des seuils en dessous desquels la surveillance pourra, à terme, être suspendue. Le démantèlement du réacteur ne sera pas la fin de la caverne : le CNRS prévoit d'y installer un détecteur de neutrinos, comme il en existait déjà un, d'ancienne génération, dans une cavité attenante.

A Fessenheim, la déconstruction proprement dite commencera après la publication du décret de démantèlement, sur la base d'un état initial dont il faudra satisfaire les conditions. Un projet pré-démantèlement, associant la DPN et la DP2D, dont j'approuve le principe, a pour mission d'y parvenir. Il est constitué de douze lots aux objectifs et aux responsabilités bien définis. La décontamination poussée du circuit primaire en est une des tâches significatives. Le pré-démantèlement demande des ressources plus importantes qu'anticipé. Le transfert de la responsabilité d'exploitant de la DPN vers la DP2D est prévu en septembre 2023 ; ses conditions préalables doivent être soigneusement vérifiées.

Dans cette période de pré-démantèlement, une coactivité importante et une organisation plurielle imposent que le CNPE continue d'exercer pleinement ses responsabilités d'exploitant lorsqu'il s'agit, au quotidien, d'autoriser des interventions, consigner des matériels, en démonter d'autres, etc. Son organisation se modifie en fonction des étapes et aussi selon les départs de personnel. J'ai pu apprécier le dynamisme, l'esprit d'initiative et la capacité d'adaptation manifestés par Fessenheim. Les CNPE en exploitation pourraient s'inspirer de cette démarche. J'approuve la priorité donnée à l'avenir du personnel et salue la volonté du site de faire de cette fin d'exploitation une référence.

De nombreuses années pourraient s'écouler entre le démantèlement de Fessenheim et celui d'autres REP français. Il convient donc d'en tracer un REX précis et vivant pour capitaliser le savoir-faire en vue de démantèlements ultérieurs.

LES FILIÈRES DE STOCKAGE DES DÉCHETS : UN PRÉREQUIS

Les opérations de déconstruction sont pensées en fonction des colis de déchets à produire : tous doivent avoir un exutoire. La publication de la déclaration d'utilité publique de CIGEO est, à ce titre, une bonne nouvelle, comme le dépôt par l'ANDRA de la demande de décret d'autorisation de création de l'INB.

Un projet de libération des aciers très faiblement radioactifs est engagé afin de les réutiliser, après fusion, selon des procédures de contrôles très rigoureuses, dans les filières métallurgiques conventionnelles. Cette avancée est bénéfique à double titre : recycler des matières premières qui ne présentent pas de risque ; économiser des volumes de stockage à l'ANDRA, une ressource rare. Le projet de Technocentre destiné à la fusion de tels métaux, à Fessenheim, comme il en existe dans d'autres pays européens, est à ce titre une excellente initiative.

Dans l'attente du Technocentre et parce que les autorisations des installations de découplage et de transit sont limitées à deux ans, je note que de gros tonnages d'aciers issus du démantèlement risquent d'être définitivement stockés à l'ANDRA. Ce serait regrettable, notamment au regard de l'objectif de ne pas encombrer inutilement ses centres, et j'engage à chercher une solution de remplacement.

Dans le même esprit, il reste à optimiser la gestion des bétons : envoyer en stockage de déchets radioactifs des bétons d'évidence inoffensifs ne me semblerait pas de bonne politique. De manière générale, des conservatismes excessifs, qu'il s'agisse de caractérisation des inventaires ou d'application des procédures, peuvent désoptimiser la gestion des déchets radioactifs.

Il manque encore des exutoires à certains déchets. La planification du stockage définitif du graphite des UNGG me paraît un dossier prioritaire.

Enfin, le démantèlement doit être pris en compte dès la conception des futurs réacteurs. Il convient, par exemple de choisir, les matériaux en tenant compte non seulement de la radioprotection pendant l'exploitation mais aussi des déchets qu'ils produiront (comme les matériaux de l'instrumentation interne du cœur).

RECOMMANDATIONS

Dans une logique de proportionnalité aux risques, je recommande aux directeurs de la DPNT et de la DP2D de simplifier les rapports de sûreté et les RGE des INB en démantèlement et de se rapprocher de l'ASN afin de simplifier les procédures administratives et les instructions.

Une très importante expérience du graphite ayant été développée dans les AGR, je recommande au directeur de la DP2D de développer avec EDF NG et Magnox une coopération axée sur la connaissance, la prédiction et l'expertise des caractéristiques du graphite.



Le développement mondial du nucléaire civil et les difficultés du parc nucléaire français mobilisent les ressources de Framatome. Dans ce contexte, la sûreté, la sécurité et la qualité sont les valeurs cardinales sur lesquelles tous les collaborateurs et les sous-traitants de Framatome doivent fonder leurs actions.

La standardisation des produits et des fabrications, la mise en conformité des machines et le déploiement des pratiques de fiabilisation des interventions contribuent à renforcer ces trois piliers.

La gestion des compétences, l'organisation du contrôle indépendant, l'analyse des signaux faibles (notamment en matière de sécurité) méritent une attention particulière.

Contrôle visuel d'assemblage à Romans

Le rapport de l'Inspection générale de Framatome

10

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

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.

Elle exerce un contrôle indépendant des lignes managériales sur la sûreté, la radioprotection, la sécurité industrielle⁴, 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'action menés par les entités. Des inspections de suivi contrôlent leur avancement.

L'IG réalise aussi des visites destinées à recueillir les perceptions en matière de sûreté et de sécurité auprès des collaborateurs de tous niveaux hiérarchiques et métiers, lors d'entretiens hors présence managériale.

LA CULTURE DE SÛRETÉ : PRÉSENCE SUR LE TERRAIN ET RESPECT DES STANDARDS

Le dispositif mis en place en 2021 pour former en quatre ans tous les collaborateurs de Framatome est efficace. L'objectif 2022 (50 % de tous les salariés formés) est dépassé. Je constate sur le terrain que les principes de la culture de sûreté sont mieux connus à tous niveaux.

L'inspection générale a évalué la culture de sûreté de l'usine du Creusot et de celle de Montbard qui a rejoint Framatome en 2021. Sur chaque site, une équipe d'évaluation d'une douzaine de personnes, dont deux managers d'autres *Business units* (BU) désignés par le comité exécutif, a réalisé plus d'une soixantaine d'entretiens et visites de terrain. Ces évaluations ont notamment mis en évidence une communication aisée entre niveaux hiérarchiques et une volonté d'impliquer les

collaborateurs lors des évolutions de leur environnement de travail. Au Creusot, les pratiques de fiabilisation des interventions sont mises en œuvre. A Montbard, j'apprécie l'attachement des collaborateurs aux valeurs de l'entreprise et leur conscience de l'importance de la qualité du produit.

Je note de nouveau le besoin d'améliorer la présence des managers sur le terrain et l'application stricte des standards. Les actions engagées par toutes les BU doivent être renforcées. La gestion des compétences critiques doit également mieux anticiper les besoins et assurer les formations nécessaires au maintien des qualifications.

RENFORCER L'ACTIVITÉ DE LA FILIÈRE INDÉPENDANTE DE SÛRETÉ

La politique de sûreté de Framatome affirme la responsabilité première de la ligne managériale en matière de sûreté. La filière indépendante de sûreté (FIS) exerce un contrôle à chaque niveau de l'organisation. L'inspection générale constitue le second niveau de contrôle.

Le premier niveau de la FIS se structure progressivement. Des représentants sont identifiés dans toutes les BU et les entités (sites ou projets), tout en conservant d'autres missions. Ils ont reçu une formation spécifique précisant leur rôle. Je constate néanmoins que cette organisation est peu active. Une réflexion doit être engagée afin d'identifier les freins limitant l'activité de la FIS. A tout le moins, toutes les entités doivent disposer d'un programme de surveillance comme prescrit par la note d'organisation de la FIS.

LA SÛRETÉ NUCLÉAIRE

STANDARDISER : UNE CONTRIBUTION À LA SÛRETÉ

Portée par le *plan Excell In Quality*, la recherche de l'excellence en matière de qualité d'exécution dans les BU a conduit Framatome à engager en 2020 une démarche de standardisation des équipements mécaniques de la chaudière. Des améliorations importantes sont attendues : processus de fabrication structurés grâce à l'ingénierie système, meilleure maîtrise des matériaux et de la conformité des équipements, procédés de fabrication reproductibles, moindre développements spécifiques sources de non-conformités, retour d'expérience plus bénéfique à la série et meilleur respect des jalons réglementaires.

⁴ Entendu comme la maîtrise des risques industriels notamment chimiques.

Je considère que cette démarche renforce la sûreté nucléaire en vue de la construction de nouveaux réacteurs.

La standardisation des composants des chaudières

Lancée en 2020, cette démarche a deux objectifs : « faire bon du premier coup », en intégrant les conditions de fabrication des composants mécaniques dès la conception, et simplifier en proposant en 2023 un design standard pour les projets futurs, y compris à l'export. Elle s'appuie sur deux programmes.

Le premier étudie l'industrialisation des équipements de l'EPR2, pris comme référence. A partir du retour d'expérience des fabrications précédentes, la fabricabilité des équipements a été analysée et les processus d'industrialisation renforcés, grâce à l'intégration de pratiques d'ingénierie système.

Le second programme concerne la définition d'un design standard avec deux configurations : EPR1 correspondant aux EPR construits ou en construction et EPR2 pour les projets futurs.

Cette démarche de standardisation a été étendue au contrôle-commande de sûreté.

LA TASK FORCE CORROSION SOUS CONTRAINTE (CSC)

Dès l'annonce de la découverte de ce phénomène, Framatome a mobilisé des équipes et des moyens en appui d'EDF. Les objectifs fixés à cette *task force* sont les suivants :

- expertiser dans les laboratoires chauds de Framatome les échantillons prélevés sur le parc ;
- contribuer à l'analyse des causes racines du phénomène ;
- justifier les défauts acceptables par des calculs mécaniques ;
- développer un procédé de contrôle non destructif pour caractériser les défauts selon les différentes géométries des circuits ;
- développer un procédé de soudage automatique réduisant le risque de CSC ;
- contribuer au remplacement des circuits affectés (Bugey 4, Chooz B1 notamment).

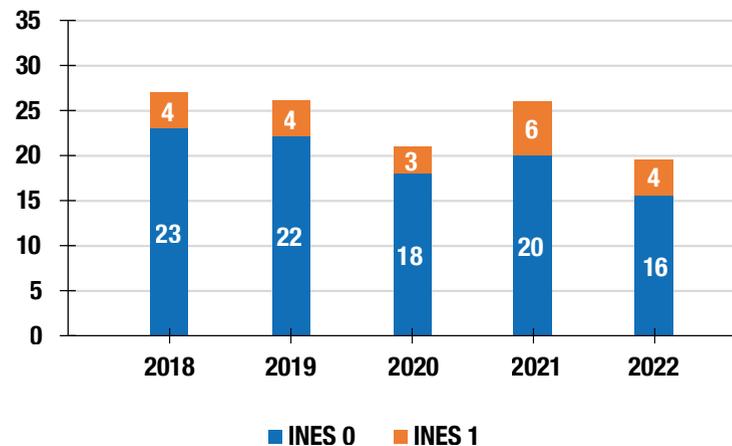
Compte tenu du caractère dosant de ces interventions et de l'importance de son plan de charge, Framatome a fait appel à des partenaires américains et canadiens en accord avec EDF. Environ 140 soudeurs, usineurs, tuyauteurs, coordonnateurs de chantier sont arrivés en France à l'été 2022 et ont été formés et entraînés par Framatome sur sa plate-forme de Chalon.

APPROFONDIR LES ANALYSES DES ÉVÉNEMENTS SIGNIFICATIFS

Le comité d'évaluation des analyses a étudié 8 comptes rendus d'événements significatifs de sûreté, de sécurité au travail et d'environnement. Je remarque que les analyses manquent de profondeur et n'identifient pas toutes les causes racines. De plus, elles ne prennent pas systématiquement en compte les facteurs organisationnels et humains et peu d'opérateurs de terrain participent à l'élaboration des comptes rendus d'événement.

LES RÉSULTATS DE SÛRETÉ

En 2022, aucun événement de niveau 2 ou plus sur l'échelle INES n'a été déclaré et le nombre d'événements significatifs de niveau 1 (4) diminue avec la réduction du nombre d'événements de criticité.



Évolution du nombre d'événements INES

On peut voir dans ce résultat les effets du plan d'action engagé, en 2021, par Romans-sur-Isère. L'inspection générale restera attentive à la confirmation de cette amélioration en 2023.

Je constate une augmentation significative (8 en 2022, 3 en 2021 et 2 en 2020) du nombre d'événements de radioprotection concernant des collaborateurs de la BU *Installed base* (IB) intervenant dans les sites d'EDF. Une action auprès du personnel doit être réalisée.

Parmi les événements INES 0 figure le feu d'une imprimante, le 21 septembre 2022, dans un atelier de l'installation CERCA à Romans-sur-Isère. Le site a déclenché pour la première fois son plan d'urgence interne et le feu a été éteint par les équipes internes de sécurité. Aucune matière nucléaire n'a été touchée. Je souligne la bonne gestion de cette crise sans conséquence pour les travailleurs et l'environnement.

LA RADIOPROTECTION : UTILISER LE RETOUR D'EXPÉRIENCE POUR RÉDUIRE LES DOSES

Les doses moyennes des salariés de Framatome (0,8 milli Sievert) et des entreprises extérieures (0,1 mSv) évoluent peu en 2022. Stabilité également du nombre de salariés ayant reçu une dose inférieure au seuil d'enregistrement (dose nulle) : 30 % (28 % en 2021) pour Framatome et 34 % (36 % en 2021) pour les entreprises extérieures.

Les doses maximales concernent des collaborateurs (13,9 mSv) et des sous-traitants (8,9 mSv) de Lynchburg aux Etats-Unis et de Chalon, Intercontrôle et Maubeuge en France. Ces sites interviennent dans le contrôle et la maintenance des centrales nucléaires. A Chalon et chez Intercontrôle, le retour d'expérience des interventions liées à la corrosion sous contrainte doit être analysé rigoureusement pour mieux prévoir et baisser les doses.

Le vieillissement du parc nucléaire entraîne une hausse de l'activité radiologique des pompes primaires entretenues à Maubeuge. J'incite cet établissement, qui dispose d'un suivi efficace de la dosimétrie individuelle, à rechercher de nouvelles solutions pour réduire les doses.

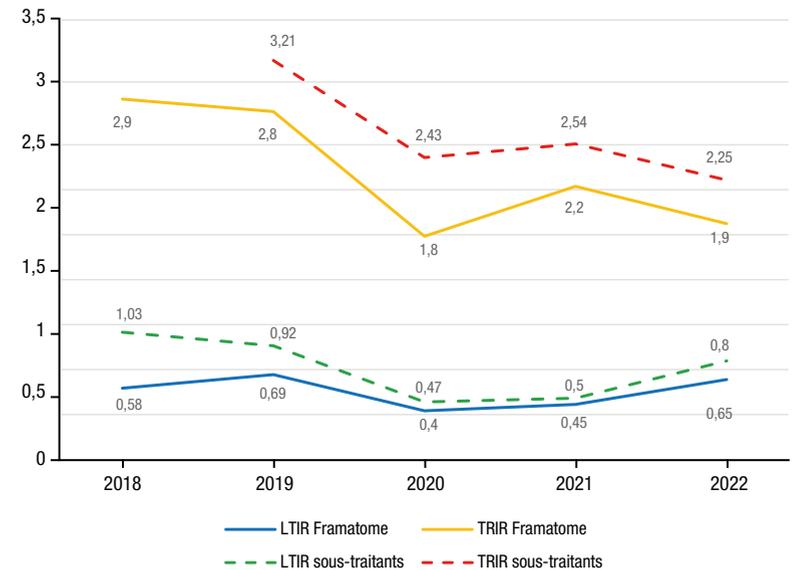
LA SÉCURITÉ AU TRAVAIL : UNE PRIORITÉ PARTAGÉE

Les objectifs de résultats, renforcés en 2022, sont désormais communs aux employés de Framatome et aux sous-traitants : taux de fréquence global des accidents avec arrêt (LTIR⁵) inférieur à 1 et taux de fréquence global des accidents avec et sans arrêt (TRIR⁶) inférieur à 2. Ils atteignent 0,8 et 2,25 en fin d'année, valeurs proches des objectifs.

Pour 2023, les objectifs sont plus exigeants (LTIR global inférieur à 0,5 et TRIR global inférieur à 1,8).

La priorité donnée à la sécurité au travail, au plus haut niveau de Framatome, a conduit les responsables des BU concernées à devoir présenter au président les analyses des événements les plus significatifs.

Les résultats de la BU IB se sont dégradés en 2022. Deux facteurs ont contribué à cette situation : l'intégration d'une nouvelle filiale (Framatome ARC - ex EFINOR) dont les résultats sont éloignés des standards de Framatome (LTIR initial supérieur à 20), et une augmentation du LTIR des équipes travaillant sur les chantiers.



Évolution des indicateurs de fréquence d'accidents

Je considère que cette dernière tendance est préoccupante dans un contexte de forte sollicitation de la BU IB.

S'agissant de l'intégration de nouvelles filiales, l'accompagnement mis en place par la direction 3SEP⁷ de Framatome et les BU concernées, sous forme notamment de visites de terrain, sensibilise les nouveaux collaborateurs à l'importance de la sûreté et de la sécurité. En 2023, l'inspection générale inspectera Framatome ARC sur le thème de la sécurité au poste de travail.

BILAN DES INSPECTIONS

En 2022, l'inspection générale a réalisé 19 inspections thématiques et 14 inspections de suivi de ses recommandations.

LA GESTION DE CRISE ET L'INCENDIE À RICHLAND

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

⁵ Lost Time Injury Rate.

⁶ Total Recordable Injury Rate.

⁷ Sûreté, sécurité, santé, environnement, protection.

périodicité triennale. En 2022, la gestion de crise et la sécurité incendie ont été retenues.

L'organisation de crise est solide : les responsabilités sont clairement définies, tous les collaborateurs sont formés et entraînés, les matériels d'intervention sont redondants et bien entretenus. J'ai apprécié l'efficacité du nouveau système de comptabilisation du personnel en cas d'évacuation du site. J'engage le site à préciser dans le protocole conclu avec les pompiers de la ville de Richland qu'ils doivent s'entraîner à intervenir en ambiance radiologique.

La maîtrise du risque incendie repose sur un référentiel conforme aux réglementations en vigueur, des formations adaptées, un solide programme d'entraînement, des inspections et des audits internes réguliers. Des améliorations sont attendues en matière de prévention des réactions chimiques exothermiques et de rigueur dans la gestion des documents autorisant les travaux à risque.

LA MAÎTRISE DE LA CRITICITÉ À LINGEN ET ROMANS-SUR-ISÈRE

Dans ces deux sites, l'organisation et la documentation sont conformes aux attendus. Les essais périodiques des équipements sont réalisés. La gestion des compétences et les formations sont adaptées aux besoins et les qualifications suivies avec rigueur.

J'incite le site de Lingen à renforcer son programme d'exercices et à mieux exploiter le retour d'expérience des deux autres sites nucléaires de Framatome.

A Romans-sur-Isère, le suivi des écarts et la déclinaison des exigences réglementaires dans les documents des différentes installations sont perfectibles. Le programme de clarification des règles d'exploitation, engagé à la suite des événements de 2021, se poursuit. Je recommande que les opérateurs participent davantage à la rédaction de la documentation opérationnelle, conformément aux standards de l'AIEA.

LA RIGUEUR OPÉRATIONNELLE

En 2020, cinq sites ont été inspectés au regard de leur capacité à respecter les référentiels opérationnels et à tracer leurs activités : le centre d'entretien et de décontamination d'outillage de Sully-sur-Loire (CEDOS), le centre de maintenance des outillages (CEMO) de Chalon-sur-Saône en France, les sites de Karlstein et d'Erlangen en Allemagne, dépendants de la direction technique et ingénierie (DTI), et le site d'Erlangen dépendant de la BU IB. Dans ces établissements, les référentiels examinés déclinent correctement les politiques de sûreté, de sécurité et de qualité. Les responsabilités opérationnelles et les délégations associées sont définies.



Contrôle d'une plaque entretoise d'un GV à Saint-Marcel

Au CEDOS et au CEMO, le pilotage des actions d'amélioration, le suivi des habilitations et des qualifications, la gestion opérationnelle des produits chimiques doivent être plus efficaces.

Dans les établissements dépendants de la DTI, les pratiques de fiabilisation des interventions sont peu utilisées. Un plan d'action doit être déployé rapidement pour évacuer les déchets accumulés à Erlangen.

Dans le site d'IB, la démarche 5S d'amélioration continue de l'environnement et des conditions de travail reste à mettre en œuvre.

Enfin, dans les sites allemands, la filière indépendante de sûreté doit être déployée.

LA MAÎTRISE DE LA CONFORMITÉ DES MACHINES

Après plusieurs événements impliquant des machines, Framatome a engagé fin 2021 un plan de vérification et d'amélioration de leur conformité. L'inspection générale a inspecté quatre sites industriels sur ce thème.

Je constate que les sites sont correctement organisés pour suivre ce sujet. Les responsabilités sont définies, les exigences réglementaires de formation respectées, les procédures d'évacuation d'urgence du personnel intervenant sur les machines existent, les dispositions matérielles et organisationnelles sont prises.

Les principaux points à améliorer concernent l'absence au poste de travail des consignes opérationnelles de sécurité et des documents justifiant la conformité, les dépassements d'échéance des vérifications périodiques, la prise en compte des exigences réglementaires dans les projets d'investissement de machines neuves.

Renforcer la conformité des machines

Les écarts de conformité mis en évidence sur plusieurs machines ont conduit Framatome à déployer un programme d'évaluation et de remise en conformité. Les actions correctives nécessaires et les éventuelles mesures d'exploitation compensatoires, ont été confiées aux BU.

En complément, Framatome a engagé une évaluation de la durée de vie résiduelle des ponts roulants après l'accident mortel survenu en janvier 2022 dans un site de la société Ugitech. Cette analyse, basée sur le retour d'expérience d'installations portuaires, concernera en 2022 et 2023 tous les ponts de plus de 19 ans. Leur durée de vie résiduelle et les contrôles complémentaires en exploitation seront définis.

LA GESTION DES COMPÉTENCES ET DES QUALIFICATIONS À RUGLES

Le site de Rugles a été inspecté sur sa capacité à gérer et à anticiper les compétences et qualifications nécessaires à ses activités. J'observe une étroite collaboration entre les managers et les responsables des ressources humaines. Les besoins sont anticipés grâce à des outils adaptés. Les compétences critiques font l'objet d'un suivi particulier.

J'incite le site de Rugles à mieux identifier les postes, les qualifications, les habilitations et les formations à fort enjeu sûreté, sécurité, qualité. Des autoévaluations de la culture de sûreté doivent aussi être réalisées.

LA PRÉVENTION DES RISQUES AU POSTE DE TRAVAIL À LYNCHBURG

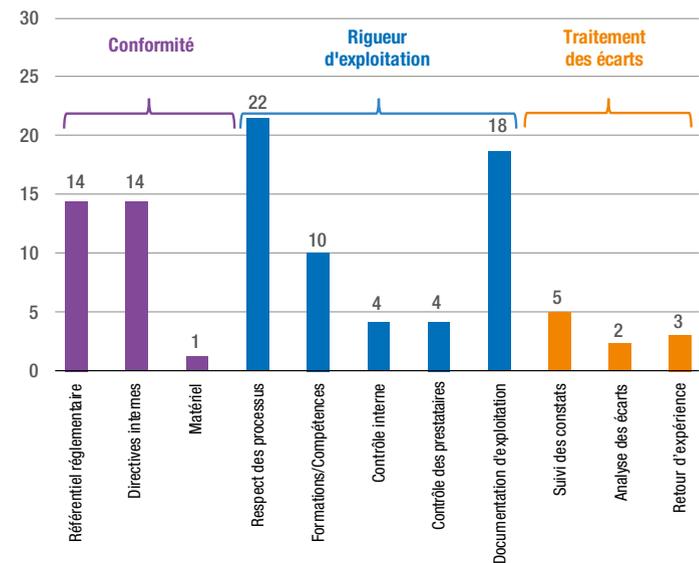
Ce site américain, qui dépend de la BU IB, affiche des résultats de sécurité au travail et de radioprotection satisfaisants. Les pratiques de fiabilisation des interventions sont déployées, les analyses de risque des activités de production et de maintenance réalisées, les écarts tracés et les actions d'amélioration suivies avec rigueur.

Je constate toutefois que les dispositions de contrôle indépendant prévues par Framatome ne sont pas mises en œuvre et que la gestion du risque chimique est perfectible. Les sous-traitants doivent être systématiquement informés des risques des opérations qui leur sont confiées.

BILAN DES RECOMMANDATIONS

En 2022, l'inspection générale a émis 64 recommandations et en a soldé 42, dont 18 datant de plus de deux ans. Il reste 97 recommandations en cours dont 2 de plus de deux ans. L'objectif de maintenir inférieur à 10 le nombre des recommandations de plus de deux ans est reconduit en 2023.

La rigueur d'exploitation (essentiellement la qualité de la documentation d'exploitation et le respect des processus) est le thème principal des recommandations (60 %), devant la conformité réglementaire (30 %) et le traitement des écarts (10 %).



Typologie des recommandations en cours

RECOMMANDATION

L'efficacité de la filière indépendante de sûreté dépend de sa capacité à évaluer régulièrement les pratiques des chaînes opérationnelles. Je recommande de systématiser et formaliser les programmes de surveillance du premier niveau de la FIS et d'en évaluer régulièrement l'efficacité.

Sommaire

01

02

03

04

05

06

07

08

09

10

Annexes

Abréviations



Site de Belleville

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	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022 ⁵
1	Nombre d'événements significatifs pour la sûreté classés dans l'échelle INES (1 et plus), par réacteur ¹	1,19	1,14	1,16	0,98	1,12	1,28	1,45	1,4	1,34	1,4
2	Nombre d'événements significatifs pour la sûreté (INES 0 et plus), par réacteur	11,60	10,8	10,03	9,78	11,59	12,6	12,7	12,4	12,9	12,2
3	Nombre d'événements significatifs, par réacteur <ul style="list-style-type: none"> • Non-conformités aux STE • Réactivité 	1,34 -	1,55 -	1,24 -	1,48 -	1,41 0,9	1,69 0,7	1,8 0,9	1,5 0,6	1,5 1,0	1,5 0,7
4	Nombre de non-conformités ² de configuration de circuits par réacteur	1,22	1,41	1,74	1,64	1,78	1,24	1,4	1,3	1,1	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 	0,59 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	0,53 0	0,4 0
6	Dose opérationnelle collective moyenne, par tranche en service (en hSv)	0,79	0,72	0,71	0,76	0,61	0,67	0,74	0,61	0,71	0,67
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 0 18	0 0 5	0 0 2	0 0 1	0 0 0	0 0 1	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0
8	Nombre d'événements significatifs pour la radioprotection	116	113	109	117	131	170	171	173	108	140
9	Disponibilité (%)	78,0	80,9	80,8	79,6	77,1	76,5	74	71,9	72,9	58,07
10	Indisponibilité fortuite (%)	2,6	2,4	2,48	2,02	3,26	3,7	3,95	5	4,55	2,36
11	Taux de fréquence des accidents du travail avec arrêt Tfg (pour 1 million d'heures travaillées) ⁴	3,3	3,2	2,7	2,8	2,2	2,3	3,3	2,9	2,93	3,10
12	Taux de fréquence des accidents du travail avec arrêt LTIR (pour 1 million d'heures travaillées) ⁴	-	-	-	-	-	-	2,4	2,2	3,2	2,00

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 (hors cause externe).

⁴ Taux de fréquence DPN et prestataires.

⁵ Valeur hors CSC (8,3% en intégrant l'impact CSC)

LES INDICATEURS DE RÉSULTATS DU PARC NUCLÉAIRE D'EDF ENERGY

N°	Indicateurs	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	
1	Nombre d'événements classés dans l'échelle INES (1 et plus), par réacteur	0,80	0,33	0,47	0,27	0,47	0,53	0,27	0,07	0,47	0,13	
2	Nombre d'événements sûreté dans l'échelle INES (0 et plus) par réacteur ¹	5,13	4,47	7,40	10,00	6,13	5,93	6,73	5,47	6,20	5,53	
3	Nombre de cas de non-conformité aux STE, par réacteur	0,67	1,53	1,00	0,80	0,60	0,60	0,67	0,87	0,53	0,60	
4	Nombre de non-conformités ² de configuration de circuits par réacteur	3,33	2,80	2,87	3,13	0,93	1,67	1,67	1,00	1,33	1,20	
5	Nombre d'arrêts du réacteur, par réacteur (et pour 7 000 heures de criticité ³) • Automatiques • Manuels	0,45	1,17	0,57	0,3	0,49	0,89	0,56	0,35	0,63	0,49	
		1,03	0,62	0,19	0,42	0,37	0,20	0,32	0,00	0,27	0,00	
6	Dose opérationnelle collective moyenne, par tranche en service (en hSv) • Sizewell B • AGR	0,386	0,365	0,048	0,544	0,296	0,096	0,255	0,031	0,383	0,028	
		0,034	0,074	0,067	0,021	0,020	0,050	0,032	0,013	0,012	0,015	
7	Dosimétrie individuelle : • 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	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		18	5	2	1	0	1	0	0	0	0	
8	Nombre d'événements significatifs pour la radioprotection	27	27	18	20	10	23	28	26	29	18	
9	Disponibilité (%) :	• Parc EDF Energy	78,9	72,1	77,3	83,0	81,6	76,1	65,8	61,7	60,4	77,9
		• Sizewell B	83,0	84,1	100	82,0	83,8	89,4	80,6	99,4	64,2	98,7
		• AGR	78,2	70,2	73,7	83,1	81,2	74,0	63,5	55,9	59,7	73,1
10	Indisponibilité fortuite (%) :	• Parc EDF Energy	6,9	10,7	2,3	5,1	5,0	3,1	4,0	5,0	12,3	4,8
		• Sizewell B	0,2	0,7	0	0,1	0,0	2,2	0,2	0,6	0,0	1,3
		• AGR	7,9	12,3	2,7	5,8	5,7	3,3	4,7	6,2	14,3	5,9
11	Taux de fréquence des accidents du travail avec arrêt LTIR (pour 1 million d'heures travaillées) ⁴	0,2	0,2	0,4	0,3	0,2	0,5	0,3	0,3	0,3	0,5	
12	Taux de fréquence des accidents du travail avec et sans arrêt TRIR (pour 1 million d'heures travaillées) ⁴	0,7	0,8	0,6	0,7	0,4	1,1	1,0	0,7	0,5	0,8	

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 WAN0, qui prend en compte la valeur du réacteur médian.

⁴ Taux de fréquence EDF Nuclear Generation et prestataires.

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	2023
1979	Bugey 4	880	1990	2001	2011	2020
1979	Bugey 5	880	1991	2001	2011	2021
1980	Dampierre 1	890	1990	2000	2011	2021
1980	Dampierre 2	890	1991	2002	2012	2022
1980	Gravelines 1	910	1990	2001	2011	2021
1980	Gravelines 2	910	1991	2002	2013	2023
1980	Gravelines 3	910	1992	2001	2012	2022
1980	Tricastin 1	915	1990	1998	2009	2019
1980	Tricastin 2	915	1991	2000	2011	2021
1980	Tricastin 3	915	1992	2001	2012	2022
1981	Blayais 1	910	1992	2002	2012	2022
1981	Dampierre 3	890	1992	2003	2013	2023
1981	Dampierre 4	890	1993	2004	2014	-
1981	Gravelines 4	910	1992	2003	2014	-
1981	St-Laurent B1	915	1995	2005	2015	2023
1981	St-Laurent B2	915	1993	2003	2013	2023
1981	Tricastin 4	915	1992	2004	2014	-
1982	Blayais 2	910	1993	2003	2013	-
1982	Chinon B1	905	1994	2003	2013	2023
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 décennaleVD2 : 2^e visite décennaleVD3 : 3^e visite décennaleVD4 : 4^e visite décennale

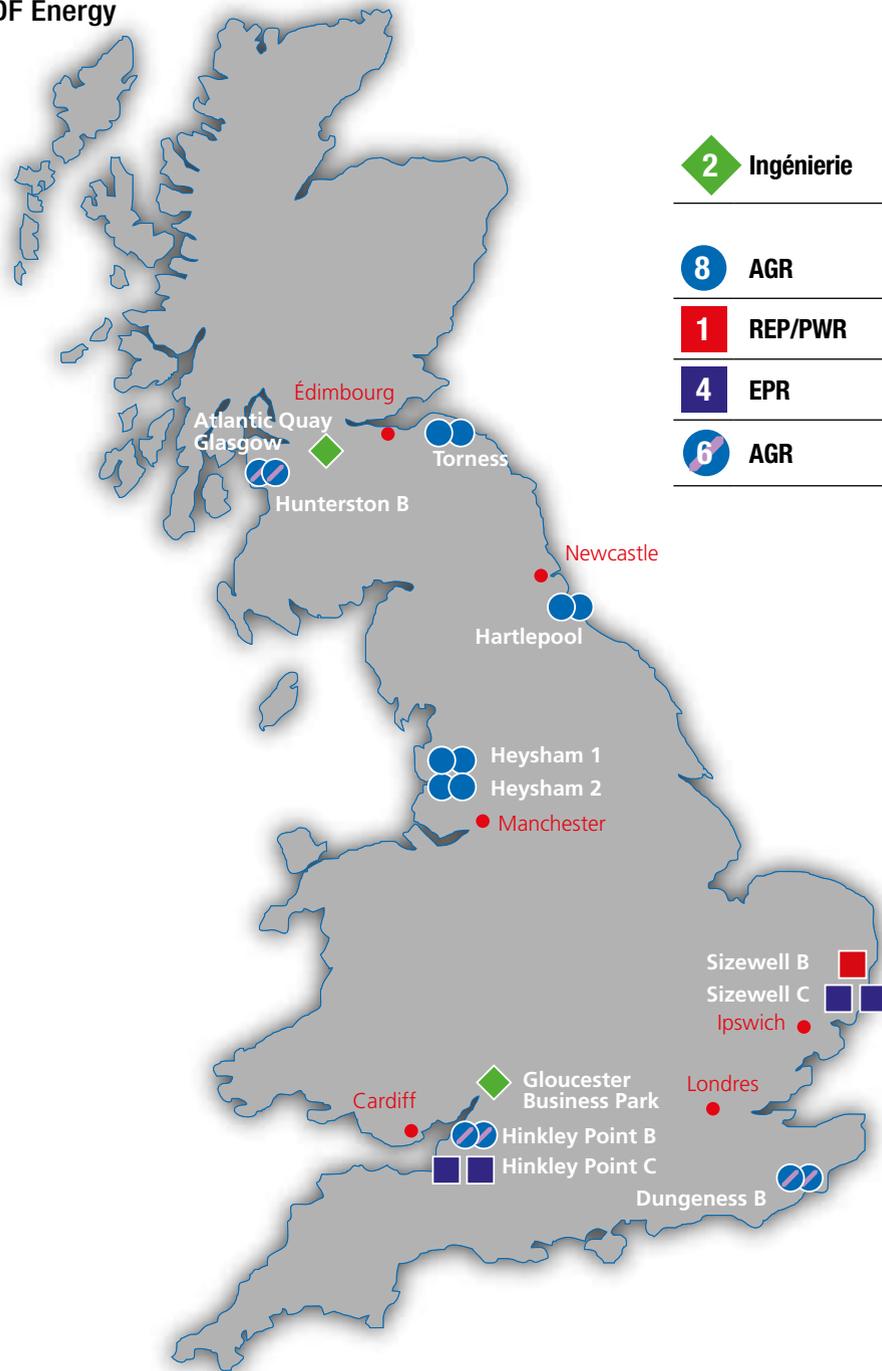
Année de mise en service	Unité de production	Puissance en MWe*	VD1	VD2	VD3	VD4
1984	Cruas 4	915	1996	2006	2016	-
1984	Gravelines 5	910	1996	2006	2016	-
1984	Paluel 1	1330	1996	2006	2016	-
1984	Paluel 2	1330	1995	2005	2018	-
1985	Flamanville 1	1330	1997	2008	2018	-
1985	Gravelines 6	910	1997	2007	2018	-
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	2021	-
1990	Golfech 1	1310	2001	2012	2022	-
1990	Penly 1	1330	2002	2011	2021	-
1991	Cattenom 4	1300	2003	2013	2023	-
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	2020	-	-
1999	Civaux 2	1495	2012	2022	-	-

(*) 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	Date prévue de mise à l'arrêt définitif
1976	Hinkley Point B	R3	480	2022
1976	Hinkley Point B	R4	475	2022
1976	Hunterston B	R3	480	2021
1976	Hunterston B	R4	485	2022
1983	Dungeness B	R21	525	2021
1983	Dungeness B	R22	525	2021
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	2028
1988	Heysham 2	R8	615	2028
1988	Torness	R1	590	2028
1988	Torness	R2	595	2028
1995	Sizewell B		1198	2035

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	Filiale d'EDF (80 %) et de 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)
ESPN	Équipements Sous Pression Nucléaires
ESR	Événement Significatif en Radioprotection
ESS	Événement Significatif de Sûreté
EVEREST	Évaluer 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	Turbo-alternateur 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 Sécurité (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-Baptiste DUTTO - Paul WOLFENDEN - Jean CASABIANCA - Jean-Paul JOLY - Bertrand de L'ÉPINOIS

CRÉDITS PHOTOGRAPHIQUES

BOMMAERT Gilles - CNPE Belleville - CNPE Chinon - CNPE Fessenheim - CNPE de Penly - CNPE Saint Laurent B
DUPONT Cyrille - EDF - EDF DP2D - EDF DTEAM - EDF Energy - EDF R & D - GANZETTI Amélie - KOHLER C
MORIN Alexis - POPY Xavier / REA - Projet Flamanville 3 - Saint Laurent A - SOUVANT JACQUES Guillaume
WAECKEL Nicolas



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

www.edf.com
www.igsnr.com