

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



2018



AVANT-PROPOS

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

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

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

Comme chaque année, il ne recherche pas l'exhaustivité des sujets abordés. Le nombre de chapitres et le volume de chacun d'eux sont délibérément limités pour faciliter la mise en lumière des points les plus significatifs.

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

Mon évaluation est établie sur les informations et les observations recueillies durant l'année auprès des équipes de terrain, lors de visites dans les unités et à l'occasion de rencontres avec les principales parties prenantes : représentants du personnel, membres du corps médical, présidents des commissions locales d'information en France et des *site stakeholder groups*¹ au Royaume-Uni, sans oublier les entreprises prestataires. Elle s'appuie aussi sur des comparaisons avec plusieurs acteurs internationaux du nucléaire, sur des échanges avec WANO² et les autorités de sûreté.

EDF est, depuis le 1^{er} janvier 2018, actionnaire majoritaire de Framatome qui reprend les activités réacteurs de l'ex-AREVA. Les relations se développent entre l'IGSNR³ et l'Inspection générale de Framatome : des visites communes ont été réalisées et un chapitre de ce rapport est dédié à Framatome et rédigé par son Inspecteur général, Alain Payement.

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

Je voudrais également remercier Jean-Michel Fourment, John Morrison, André Palu et Bertrand de L'Épinois qui n'ont pas ménagé leurs efforts, notamment lors de la rédaction de ce rapport. J'y joins une mention particulière pour Jean-Jacques Létalon et Bernard Le Guen, qui ont quitté l'équipe en 2018.

Bien que ce document n'ait pas vocation d'outil de communication externe, il est, comme les années précédentes, mis à la disposition du public, en français et en anglais, sur le site Internet d'EDF (www.edf.fr).

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



**François de Lastic
Paris, le 21 janvier 2019**

¹ Équivalent britannique des CLI, commissions locales d'information.

² World Association of Nuclear Operators.

³ Inspection générale pour la sûreté nucléaire et la radioprotection.

SOMMAIRE

Mon regard sur l'année 2018	3
1 La sûreté en exploitation : des résultats satisfaisants	11
2 Rester concentrés sur les fondamentaux de la sûreté	15
3 La sécurité et la radioprotection	21
4 La réussite du changement : l'intelligence collective	25
5 Réussir la transformation numérique	31
6 Le pilotage des projets dans les sites	37
7 L'organisation de l'ingénierie du nouveau nucléaire	41
8 EPR : le premier démarrage	47
9 Le rapport de l'Inspection générale de Framatome	53
Annexes	59

MON REGARD SUR L'ANNÉE 2018



Centrale nucléaire de Torness

LE NUCLÉAIRE AU SERVICE DU CLIMAT

Dirigeants et opinions publiques prennent conscience que le réchauffement climatique constitue un péril majeur. L'énergie nucléaire, associée au recours accru aux énergies renouvelables, est un des principaux moyens de limiter la production de gaz carbonique. Dans le résumé pour les décideurs du rapport du GIEC¹ d'octobre 2018, les scénarios visant à limiter le réchauffement climatique à 1,5°C comportent tous de très fortes augmentations de la production nucléaire mondiale.

L'intérêt pour le nucléaire se traduit différemment selon les pays, en raison notamment de l'environnement économique et d'une acceptabilité sociétale inégale. Le rapport du GIEC est pourtant sans équivoque «... l'évaluation des risques [dus à l'énergie électronucléaire] montre que les dangers pour la santé sont faibles par unité de production d'électricité et les besoins en terrains sont inférieurs à ceux d'autres sources d'énergie ».

¹ Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat.

² China General Nuclear Power Corporation.

Pour leur part, la Russie et la Chine augmentent fortement leur capacité électronucléaire avec, en 2018, la mise en service de deux réacteurs en Russie et de quatre en Chine dont le premier EPR, à Taishan. L'Inde prépare un programme très ambitieux.

Aux États-Unis, où le nucléaire est soumis à une forte concurrence des combustibles fossiles, les opérateurs se sont engagés dans la prolongation du fonctionnement des réacteurs. Plus de 90 % de la centaine des réacteurs américains ont été autorisés à fonctionner jusqu'à 60 ans. Cette optimisation du parc existant est complétée par un grand nombre de projets de nouveaux réacteurs, souvent en rupture du fait de leur technologie et leur modèle économique. L'autorité de sûreté adapte son processus de certification à ces nouveaux entrants.

Au Royaume-Uni, le programme d'EDF Energy de quatre EPR se poursuit (cf. *infra*). Si Toshiba a abandonné son projet de réacteurs, d'autres sont à l'étude. Ainsi, l'autorité de sûreté britannique a validé la deuxième phase d'examen du réacteur Hualong, conçu par CGN².

En France, la programmation pluriannuelle de l'énergie telle qu'annoncée en novembre 2018 prévoit la fermeture de 14 réacteurs d'ici à 2035 et envisage un programme de construction de nouveaux réacteurs, qui pourrait être décidé à partir de 2021. Dans cette perspective, le secteur nucléaire s'est restructuré avec l'achat par EDF (avec Mitsubishi et Assystem) d'AREVA NP, rebaptisé Framatome, la réorganisation d'AREVA NC devenu Orano et la constitution d'un groupement des industriels du nucléaire, le GIFEN¹.

LES ÉVOLUTIONS DU GROUPE EDF

On ne m'a pas signalé de difficultés importantes relatives au personnel en dépit d'une diminution des effectifs, il est vrai modérée, dans les deux parcs nucléaires.

EN FRANCE, EDF SA POURSUIT SON ADAPTATION

Je note d'abord la cohérence de la stratégie bas-carbone d'EDF, fondée sur deux volets complémentaires : nucléaire et énergies renouvelables.

En France, la démarche Parlons énergie a été appréciée, notamment parce qu'elle associe le personnel et révèle une écoute du terrain. D'une manière générale, les salariés restent préoccupés par l'avenir du Groupe et souhaitent une communication plus offensive, notamment en faveur du nucléaire.

L'évolution du Groupe se traduit aussi par de nombreux changements dans les méthodes, notamment une transition numérique (cf. chapitre 5) de nature à retrouver des marges d'efficacité et des gains utiles à la sûreté. Dans de nombreux domaines se manifestent cependant des résistances au changement, qu'une attitude résolue doit pouvoir lever (cf. chapitre 4).

L'exploitant d'une installation nucléaire procède tous les dix ans à un réexamen de sûreté. Pour la première fois, une consultation du public est lancée sur les dispositions proposées par EDF SA pour assurer la sûreté, en vue de la poursuite du fonctionnement des réacteurs de 900 MW au-delà de 40 ans. Cette consultation repose sur l'organisation d'événements locaux ainsi que sur une plate-forme numérique qui met à disposition des éléments d'information et un espace d'expression du public. Il ne s'agit pas d'une obligation légale mais d'une initiative d'EDF en lien avec le HCTISN² et les autres acteurs institutionnels de la sûreté. Cette consultation est distincte de la procédure d'autorisation par l'autorité de sûreté nucléaire (ASN) qui comprendra, le moment venu, une enquête publique pour chaque réacteur.

En 2018, l'examen minutieux des 2 000 dossiers de fabrication du Creusot concernant EDF (dossiers non barrés, cf. rapport 2017) s'est achevé sans révéler de nouveau problème important. De plus, les essais et

démonstrations engagés après la mise en évidence de taux excessifs de carbone (ségrégations) dans certains composants forgés se poursuivent.

La DIPNN arrive au terme d'un cycle de réorganisations (cf. chapitre 7) dont je sens les effets bénéfiques pour la priorisation des enjeux et la conduite des projets.

La déconstruction des installations, récentes et futures, est prévue dès leur conception, ce qui n'a pas été le cas des plus anciennes. La déconstruction des réacteurs UNGG³ impose des études et travaux importants et très longs. Un démonstrateur industriel validera les modes opératoires. Je pense utile de se fixer des points de rendez-vous pour adapter les solutions industrielles et optimiser les calendriers, au vu des premiers résultats. Le programme de démantèlement de Fessenheim, qui bénéficie du retour d'expérience de celui du réacteur à eau pressurisée (REP) de Chooz A, est ambitieux mais raisonnable puisqu'il prévoit de s'achever 20 ans après la fin de la production d'électricité. Ces questions sont pilotées avec sérieux et dynamisme.

Le personnel de Fessenheim fait l'objet d'une attention particulière de façon à ce qu'il reste serein et conduite en toute sûreté la fin d'exploitation et la mise à l'arrêt définitif des réacteurs.

Tournée vers les attentes de ses clients, la R&D d'EDF concilie préparation de l'avenir et appui en temps réel aux parcs nucléaires français et britannique. Ceux-ci bénéficient de son expertise et de sa mémoire. Le programme Usine nucléaire du futur fournit un cadre de cohérence aux activités de la R&D. L'Institut de recherche tripartite associe EDF, le CEA et Framatome sur de nombreux sujets, notamment la sûreté. Je relève aussi l'importance des travaux sur la complémentarité entre énergies renouvelables et nucléaire.



Transformation numérique

AU ROYAUME-UNI, LA TRANSITION AGR/EPR EST ENGAGÉE

Le parc nucléaire britannique va connaître dans la prochaine décennie une très importante mutation avec l'arrêt de

¹ Groupement des industriels français de l'énergie nucléaire.

² Haut comité pour la transparence et l'information sur la sécurité nucléaire.

³ Uranium naturel graphite gaz.

la majorité des réacteurs AGR¹ et la mise en service de réacteurs à eau pressurisée requérant des compétences nouvelles. J'observe les progrès dans la préparation de cette transition, notamment l'identification des compétences clés.

J'apprécie la nouvelle organisation de la direction du projet Hinkley Point C (HPC) et le bon avancement du chantier. Toutefois, l'articulation avec l'ingénierie française reste perfectible. La maîtrise de la fourniture et du montage des matériels électromécaniques me paraît être le prochain défi.

EDF a engagé des discussions avec les autorités britanniques pour construire deux EPR à Sizewell, à l'horizon 2021. La réplique des réacteurs de HPC est de nature à consolider la sûreté et à baisser les coûts de construction.

LES RÉSULTATS

EN FRANCE, UNE BONNE TENDANCE

Les résultats de 2018 sont dans le prolongement de la bonne tendance de 2017.

En matière de sûreté, le nombre d'arrêts automatiques de réacteurs (18) bat un nouveau record (22 en 2017, 28 en 2016 et 38 en 2015). Les nettes baisses du nombre d'erreurs de lignage ou de configuration de circuits et d'événements marquants en rapport avec l'incendie sont à souligner. En revanche, les non-respects des spécifications techniques d'exploitation augmentent. Si le nombre des non-qualités de maintenance et d'exploitation à impact sûreté diminue, il reste à un niveau élevé. Les revues de pairs, engagées en 2018, sur la maîtrise de la qualité sont prometteuses. Associées à d'autres mesures (cf. chapitres 2 et 4), elles devraient contribuer à une amélioration significative et durable.

L'installation des DUS (diesels d'ultime secours) dans le parc accuse un nouveau retard, notamment sur le palier 1300 MW. S'agissant d'une des principales dispositions post-Fukushima, cette situation n'est pas satisfaisante. J'invite à en tirer les enseignements pour le futur.

Deux événements ont fortement marqué 2018.

Il s'agit d'abord de l'usure des manchettes des guides de grappe des réacteurs de 1300 MW avec un risque de blocage des grappes concernées. Le programme de contrôle engagé sur tous les réacteurs a montré que plusieurs connaissent la même dégradation. Les modalités de réparation sont définies et le programme de travaux est en cours. La gestion de cet événement marque un progrès par rapport à celle d'événements antérieurs (cf. chapitre 2), notamment *via* la tenue régulière de CSNE² dédiés.

Ensuite, à Flamanville 3, les essais à froid démarrés en décembre 2017 et l'épreuve d'étanchéité de l'enceinte ont été conclus avec succès mais la découverte d'anomalies

sur le circuit secondaire principal (cf. chapitre 8) a contraint de revoir le calendrier du programme : le chargement du combustible nucléaire est dorénavant prévu au 4^e trimestre 2019. Cette situation témoigne des efforts de maîtrise industrielle encore à accomplir, tant en interne que chez les fournisseurs.

En matière de sécurité, la DPN stabilise ses bons résultats avec un taux de fréquence global des accidents (Tfg) de 2,3 (Tfg 2,2 en 2017). Le nombre d'événements relatifs aux risques vitaux diminue mais les presque événements restent nombreux.

En radioprotection, la dose collective augmente légèrement par rapport à 2017, de même que, plus sensiblement, le nombre de personnes ayant dépassé une dose de 10 milliSievert (cf. chapitre 3). Cependant, appréciés sur une longue période, les résultats s'améliorent, avec notamment une très bonne dosimétrie collective lors des derniers remplacements de générateurs de vapeur.

AU ROYAUME-UNI, UN FLÉCHISSEMENT

Les résultats de sécurité baissent légèrement mais restent satisfaisants. En radioprotection, deux entrées dans les caissons réacteur ont entraîné une augmentation de la dose collective, qui reste toutefois très basse.

Les résultats de sûreté sont, en revanche, marqués par l'augmentation du nombre total d'arrêts de réacteurs, automatiques et manuels, et par la déclaration d'un événement de niveau 2 sur l'échelle INES³. Il concerne l'accumulation de corrosions dans un site AGR (cf. chapitre 1). D'importants travaux de remise en état ont été engagés, accompagnés de contrôles sur les autres circuits. Des fissures ont aussi été découvertes sur les lignes de vapeur principales. J'observerai avec attention le retour d'expérience, notamment organisationnel, qui sera tiré de ces événements.

Dans un autre AGR, lors d'un contrôle périodique, une fissuration du graphite, plus rapide que prévu, a été détectée (cf. *infra*). EDF Energy a maintenu le réacteur à l'arrêt le reste de l'année pour mieux comprendre l'accélération de ce phénomène, attendu sur ce type de réacteur.

LES RELATIONS AVEC LES AUTORITÉS DE SÛRETÉ

EN FRANCE, UNE AMÉLIORATION SENSIBLE...

Les relations avec les directions régionales de l'autorité de sûreté nucléaire (ASN) sont dans l'ensemble constructives. L'information est fluide, les questions sont le plus souvent reconnues comme pertinentes et favorisent un dialogue fourni.

Les relations du parc nucléaire avec le niveau central de l'ASN se sont significativement améliorées et s'appuient

¹ Advanced Gas-Cooled Reactor.

² Comité de sûreté nucléaire en exploitation de la DPN.

³ International Nuclear Events Scale.

sur un dialogue technique refondé. L'approche renouvelée du traitement des anomalies et incidents par l'exploitant y contribue ainsi que la volonté de hiérarchisation de l'ASN, soulignée dans son plan stratégique.

Les instructions des réunions des Groupes permanents se caractérisent par un très important volume de travail de part et d'autre et par un dialogue technique soutenu, souvent de grande qualité. Toutefois, le nombre et la diversité des questions posées lors de leur préparation mériteraient davantage de régulation afin de rester concentrés sur l'essentiel.

... ET UNE SIMPLIFICATION SOUHAITABLE DE LA RÉGLEMENTATION

Le foisonnement réglementaire et l'évolution juridique des questions de sûreté contribuent à la complexification des processus et au développement d'un jargon abstrait. De plus, les exigences tendent à être toutes placées sur le même plan, accroissant le risque de perdre le sens des fondamentaux et la primauté de la sûreté.

Les difficultés de mise en œuvre de l'arrêté relatif aux équipements sous pression nucléaires (ESPN) avaient conduit au lancement d'un plan triennal qui arrive à son terme. Des modalités d'application de cet arrêté ont été établies et la confiance me semble retrouvée entre les acteurs. Je suis néanmoins impressionné par le contraste entre les efforts d'instruction requis par ce dispositif et sa valeur ajoutée pour la sûreté. De plus, comprendre le volet réglementaire de l'ESPN est devenu une affaire de spécialistes : très peu de personnes s'y retrouvent, et la situation risque de se dégrader au fur et à mesure du départ des acteurs actuels. J'invite à profiter de l'accalmie pour simplifier la réglementation ou ses modalités d'application.



CNPE de Penly

La déclinaison de l'arrêté sur les installations nucléaires de base (INB) me semble présenter aussi certaines faiblesses. D'une part, cet arrêté conduit à utiliser un vocabulaire obscur qui fait perdre le sens, d'autre part sa déclinaison, telle qu'engagée, conduit à multiplier les équipements ou les activités intéressant la « protection des intérêts » : plusieurs dizaines de milliers dans un CNPE, chacun assorti de plusieurs « exigences définies ». Tout cela ne favorise pas la sûreté, qui impose une priorisation et la nécessité

¹ La Design Authority garantit la conformité des installations au design initial et assiste la DPN en matière de modifications.

de toujours percevoir le sens au-delà de la lettre (cf. *infra*). Une réflexion me paraît souhaitable en vue d'une possible révision de cet arrêté INB, à tout le moins de ses modalités d'application.

AU ROYAUME-UNI, DES RELATIONS MATURES

La relation entre EDF Energy et l'ONR (*Office for Nuclear Regulation*) s'appuie sur des échanges transparents et confiants, chacun dans son rôle. À tous niveaux, la filière indépendante de sûreté entretient une relation directe avec l'autorité de sûreté, exposant sa propre appréciation.

Pour HPC, la réorganisation de la direction du projet a restauré la confiance et la qualité des relations.

LE CONTRÔLE INDÉPENDANT DE LA SÛRETÉ

EN FRANCE

Dans les sites de la DPN, les filières indépendantes de sûreté (FIS) bénéficient d'une écoute et d'un positionnement satisfaisants. La compétence et l'expérience des ingénieurs sûreté progressent. Ils sont solidement épaulés par des chefs de mission sûreté qualité, bien implantés dans les équipes de direction. Je regrette des approches parfois trop orientées sur les aspects déclaratifs plutôt que sur l'analyse des comportements et des enjeux de sûreté.

Les difficultés rencontrées ces dernières années, notamment les non-conformités, ont conduit à renforcer l'implication du directeur délégué sûreté du parc nucléaire dans le contrôle du traitement des écarts qui remontent vers l'échelon central. J'invite à étendre cette initiative très positive à l'ensemble des décisions à impact sûreté prises au niveau central.

La *Design Authority*¹ du parc en exploitation a été renforcée et se structure peu à peu. Elle rend déjà de très bons services. Comme elle n'a pas encore atteint sa pleine maturité, je renouvelle mon appel à une priorisation de ses domaines d'intervention.

L'organisation du contrôle interne indépendant de l'ingénierie mérite d'être complétée, comme évoqué plus loin (cf. *infra*).

AU ROYAUME-UNI

Le dispositif de contrôle interne de la sûreté du parc britannique fonctionne bien. J'apprécie le positionnement et l'implication du directeur sûreté, qui dispose d'une solide organisation. Les équipes de l'INA, *Independent Nuclear Assurance*, sont expérimentées et très bien intégrées dans les sites. Elles fournissent des appréciations pertinentes sur la situation et la culture de sûreté.

La filière de contrôle indépendant de HPC a favorablement évolué et améliore le positionnement du projet sur les enjeux de sûreté.

WANO

L'association des exploitants nucléaires mondiaux (WANO) est une organisation rare dans l'industrie puisque les

exploitants y mettent des ressources en commun pour s'aider, se contrôler et progresser ensemble (cf. encadré page 9). WANO a conclu son plan d'actions post-Fukushima en :

- augmentant la fréquence des revues de pairs des sites nucléaires,
- systématisant les revues au niveau *corporate*,
- élargissant le périmètre des revues (prise en compte d'éléments du design, accidents graves, gestion de crise),
- accroissant l'homogénéité de l'association au plan mondial,
- développant des aides ciblées, par exemple au profit des nouveaux entrants, et dédiant des conseillers à l'appui aux sites pour élaborer des plans d'amélioration.

WANO vient d'intégrer à ses revues des évaluations des équipes de quart sur simulateur (*Crew Performance Observations*).

QUATRE POINTS QUI MÉRITENT ATTENTION

AGR : RENFORCER LE SUIVI EN SERVICE ET LES OUTILS PRÉDICTIFS

Héritiers d'une filière aujourd'hui isolée, les 14 réacteurs AGR d'EDF Energy rencontrent des problèmes spécifiques sans pouvoir s'appuyer sur un retour d'expérience international, analogue à celui dont bénéficient les REP (réacteurs à eau pressurisée). Les plus anciens de ces AGR fonctionnent depuis un peu plus de 40 ans. Leur date d'arrêt, prévue au début de la décennie 2020, dépendra principalement de leur vieillissement.

En particulier, l'état du graphite utilisé comme modérateur dans les AGR conditionne très probablement leur durée d'exploitation. Sous l'effet des neutrons et de l'oxydation, ce graphite, non remplaçable, s'allège et se fissure progressivement, pouvant conduire, notamment en cas de séisme important, au blocage de la chute des barres de contrôle assurant l'arrêt automatique ou manuel du réacteur.

À l'occasion de contrôles, des fissures avaient été détectées en 2015 sur une brique clavette d'un des réacteurs de Hunterston B. Suivi régulièrement, le phénomène est resté modéré et conforme aux prévisions jusqu'au début de 2018. Au printemps 2018, les contrôles ont révélé une accélération inattendue. Si, en l'état, les fissures existantes ne font pas courir de risques, EDF Energy a préféré maintenir le réacteur à l'arrêt pour se donner le temps de comprendre cette accélération et préparer un dossier de sûreté. Des mesures ont été réalisées dans l'autre réacteur du même site sans rien révéler d'équivalent. Plus généralement, le graphite de tous les réacteurs AGR va faire l'objet de contrôles renforcés.

D'autres équipements des AGR sont aussi à surveiller. Ainsi une fissure avait été découverte en 2014 sur un des générateurs de vapeur (GV) d'un réacteur de la centrale de Heysham 1. Ces GV sont des composants métallurgiques complexes qui fonctionnent à des températures élevées (environ 600°C), ce qui entraîne une fatigue par fluage. Le

GV de Heysham 1 a été isolé et tous les autres GV du même type contrôlés.

L'exploitation des AGR dans la durée appelle donc une vigilance et une anticipation particulières de l'ensemble du Groupe. Je souligne les efforts d'EDF Energy pour maîtriser le vieillissement de ces installations, apprécier et recouvrer des marges. De plus, l'ingénierie d'EDF SA et la R&D d'EDF sont appelées à jouer un rôle très utile en la matière.

Je recommande de renforcer encore le suivi en service des AGR et d'améliorer les outils prédictifs de modélisation pour anticiper d'éventuelles dégradations et s'assurer du maintien des marges de sûreté. Le moment venu, EDF Energy pourra ainsi décider de l'échéance de fin d'exploitation de ces réacteurs.



Machine de chargement de Hartlepool

FIS DE L'INGÉNIEURIE ET DES PROJETS : UN PÉRIMÈTRE À ÉTENDRE

Les principes du management de la sûreté nucléaire se sont développés dans le cadre de l'exploitation des réacteurs. L'un des plus importants réside dans le déploiement d'un contrôle interne indépendant. Il est maintenant universellement admis et les filières indépendantes de sûreté (FIS), en France et au Royaume-Uni, rendent des services essentiels.

L'ingénierie et les projets nucléaires jouent, eux aussi, un rôle majeur dans la sûreté des installations qu'ils conçoivent, réalisent ou modifient : ils ont donc été dotés d'organes de contrôle indépendants. Les organisations, méthodes et l'implication de ces organes dans les processus de décisions ne sont toutefois pas aussi complètes et formalisées que dans l'exploitation.

La diversité des responsabilités de l'ingénierie, du choix des options de sûreté jusqu'à la surveillance des fabrications et des réalisations, ne permet sans doute pas d'adopter un modèle de contrôle uniforme.

Il me semble néanmoins que la direction de la DIPNN et chaque entité d'ingénierie, direction de projet, chantier de réalisation devraient posséder un organe de contrôle indépendant, animé ou supervisé par un responsable, qui rapporterait au chef de l'entité et dont il serait la « conscience sûreté ».

FRAMATOME REJOINT LE GROUPE

2018 est la première année d'intégration de Framatome dans le groupe EDF. Cette intégration est à poursuivre afin de développer les synergies, en particulier des méthodes et outils, au bénéfice de la qualité.

Une coopération a été engagée avec l'Inspecteur général de Framatome. Elle sera approfondie et se traduit déjà par des visites conjointes, des échanges fréquents et l'intégration dans ce rapport d'un chapitre consacré à Framatome. Il en ressort que, pour sa première année dans le groupe EDF, les résultats sûreté, radioprotection et sécurité du travail sont globalement satisfaisants.

Je souligne la nécessité :

- de garantir l'efficacité dans le temps de la restructuration du système d'assurance qualité du Creusot à la suite des dossiers barrés, non barrés et de l'affaire des ségrégations,
- de tirer tout le retour d'expérience technique et organisationnel des anomalies rencontrées sur le circuit secondaire principal de Flamanville 3,
- de sécuriser le renouvellement des compétences, parfois très spécifiques, pour que Framatome puisse jouer pleinement son rôle.

Framatome structure sa filière indépendante de sûreté (FIS) en lui confiant judicieusement un périmètre qui dépasse les installations nucléaires et s'étend à toutes les activités pouvant avoir un impact sur la sûreté : ingénierie, réalisations, fabrications, maintenance, etc. La contrepartie de l'ampleur et de la diversité du champ couvert est le délicat équilibre que doit trouver cette filière indépendante entre contrôles ciblés de conformité et appréciation d'ensemble.

À cet effet, il me paraît important, tout en poursuivant le renforcement des contrôles de conformité au sein des entités, de :

- développer une appréciation générale de la sûreté sur l'ensemble du périmètre de Framatome,
- réaliser un bilan de l'adéquation entre les missions de la FIS et ses ressources.

CULTURE DE SÛRETÉ : PRÉVENIR LA « VISCOSITÉ ORGANISATIONNELLE »

Depuis plus de quatre ans, lors de mes visites, j'ai la chance de rencontrer de très nombreux acteurs. Ils ont tous la conviction de pratiquer une activité qui exige des précautions particulières. Partout, une forte culture de sûreté irrigue et sous-tend les actions quotidiennes. J'apprécie aussi l'intensification des échanges entre les parcs français, britannique et CGN sur le management de la sûreté.

Pour autant, l'essence de la culture de sûreté conduit à ne pas se contenter d'une situation, même satisfaisante. En effet, cette culture, si largement partagée soit-elle, est susceptible de s'étioler si on n'y prend garde et je perçois, çà et là, des signaux faibles qu'on ne peut négliger.

La principale menace pesant sur cette culture demeure la perte de sens due à un excès de complexité et à une

dilution des responsabilités. J'en discerne trois causes principales.

En France, cette perte de sens résulte, en partie, d'une complexification de la réglementation, qui incite parfois l'exploitant à se préoccuper d'abord de la conformité réglementaire plutôt que de l'ensemble des facteurs concourant à la sûreté.

Des deux côtés de la Manche, la prise en compte du retour d'expérience et l'application de méthodes rigoureuses sont des vertus cardinales chez les professionnels du nucléaire. Cela conduit à élaborer, appliquer et contrôler de nombreux processus. La focalisation sur leur formalisme finit par en occulter le sens et faire oublier ce qui a prévalu à leur mise en place ; le processus devient alors la finalité. Au-delà de la nécessaire application des procédures, il est donc essentiel que les managers s'investissent pour en rappeler le sens.

La troisième cause est plus complexe. J'observe régulièrement le temps important mis par une information pour cheminer du bas vers le haut ou de la périphérie vers le centre. Cette viscosité organisationnelle augmente souvent avec la taille des structures. Parfois perçue comme un manque de transparence, elle retarde la prise de conscience de la nocivité potentielle d'un écart.



Un bâtiment réacteur

Pour qu'une information importante soit identifiée comme telle et atteigne suffisamment vite, sans être tronquée, le niveau de décision adéquat, divers moyens sont à combiner.

D'abord, organiser la remontée d'information par des processus qui doivent aussi impliquer les entités d'ingénierie, comme le fait la DPN pour la maîtrise de la conformité (cf. chapitre 2).

Ensuite, développer encore la culture de sûreté, en particulier l'attitude interrogative et la responsabilisation de chacun (*accountability*) (cf. chapitre 4). En effet, dans les parcs et les ingénieries, tout l'enjeu réside dans l'identification des informations sensibles au sein d'une grande masse d'informations et donc dans la capacité de chacun à s'approprier les enjeux de sûreté.

Enfin, s'appuyer davantage sur les filières indépendantes de sûreté. Observateurs placés hors de la conduite des activités et sensibilisés aux enjeux de sûreté, les FIS apportent en effet des garanties supplémentaires.

LA SÛRETÉ NUCLÉAIRE DANS LE MONDE EN 2018

Le point de vue de Jacques RÉGALDO, *Chairman de WANO*

« J'ai été élu Président de WANO fin 2012, moins de deux ans après l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima-Daïchi. Six ans plus tard, le paysage du nucléaire mondial s'est sensiblement modifié.

Après un ralentissement généralisé dans l'ensemble des pays dotés de centrales nucléaires, l'évolution du parc mondial s'est traduite par un tassement en Europe de l'Ouest et en Amérique du Nord, et par une reprise du développement de l'industrie nucléaire en Europe de l'Est, en Russie, en Chine et en Inde. De nouveaux pays en Asie, au Moyen-Orient et demain en Afrique commencent à se doter, ou souhaitent s'équiper de centrales nucléaires pour couvrir une part de leur besoin en électricité.

Parallèlement, dans tous les pays exploitant ou construisant des réacteurs, un réexamen de la sûreté à la conception a été conduit ces dernières années.

Il s'est traduit de façons diverses d'un pays à l'autre, mais aucun réacteur n'a fait l'économie d'une réévaluation de sûreté approfondie : soit sous l'autorité des États (*stress-tests* dans l'Union européenne), soit à la demande des autorités nationales de sûreté, soit à l'initiative des exploitants eux-mêmes.

Cela a conduit dans de très nombreux cas à des investissements significatifs d'amélioration des installations et, partout, à des progrès dans les pratiques d'exploitation, de gestion des situations d'urgence ou de formation, notamment à la culture de sûreté.

Au sein de WANO, la même politique de renforcement des méthodes a prévalu : augmentation de la fréquence des *Peer Reviews*, généralisation des évaluations des nouveaux réacteurs avant premier chargement et des *Corporate Peer Reviews*, accompagnement rapproché des centrales nécessitant une attention particulière.

Au vu de tous les efforts réalisés par les autorités de sûreté, les constructeurs, les organisations d'appui (comme WANO) et, bien sûr et avant tout, par les exploitants eux-mêmes, on peut raisonnablement dire que la sûreté nucléaire des centrales s'est améliorée ces dernières années.

Mais dans ce domaine rien n'est définitivement acquis et des facteurs de risque existent, par exemple : contraintes économiques croissantes, centrales nucléaires dont certaines pourraient, en vieillissant, présenter des risques d'obsolescence, nouveaux « entrants » qui doivent acquérir une première expérience d'exploitation.

Une vigilance attentive reste donc de mise et la sûreté nucléaire doit demeurer partout notre principale priorité. C'est naturellement la condition absolue pour le développement d'une industrie précieuse pour la décarbonation de la production d'énergie au niveau mondial. »

1

LA SÛRETÉ EN EXPLOITATION : DES RÉSULTATS SATISFAISANTS



CNPE de Golfech

En France, les principaux indicateurs de sûreté s'améliorent, en particulier le nombre d'arrêts automatiques de réacteurs diminue pour la troisième année consécutive.

Au Royaume-Uni, les résultats restent satisfaisants pour de nombreux indicateurs mais invitent à la vigilance sur les arrêts, automatiques et manuels, de réacteurs et le suivi de certaines anomalies des AGR.

EN FRANCE, DE BONS RÉSULTATS

Contrairement à l'année 2017, aucun événement significatif pour la sûreté (ESS) n'atteint le niveau 2 sur l'échelle internationale INES (*International Nuclear Event Scale*). Le nombre d'événements classés (1,3 par réacteur) est en légère augmentation (1,1 en 2017). Le nombre

total d'ESS de niveau 0 (11 par réacteur) continue de traduire une bonne vigilance et transparence.

En 2015, je signalais une détérioration des résultats concernant les arrêts automatiques de réacteurs (AAR) et l'incendie. Je constate avec satisfaction les progrès accomplis depuis lors.

Le travail pour réduire les non-qualités commence à porter ses fruits. Il mérite d'être poursuivi car ses objectifs ne sont pas encore atteints.

De plus, j'observe les bons résultats obtenus par Fessenheim malgré un contexte difficile.

LES MOTIFS DE SATISFACTION

Les équipes ont de nouveau battu en 2018 leur record en matière d'arrêts automatiques de réacteurs (cf. graphique). Ce résultat a été obtenu grâce à la dynamique pilotée par le niveau central de la DPN et relayée dans les sites.

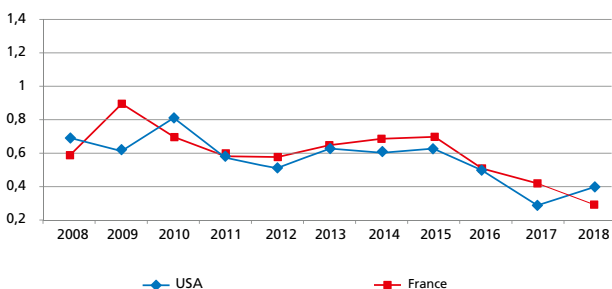
Une progression est aussi observée pour l'incendie. Le nombre d'événements marquants et majeurs a baissé notablement (5 en 2018, 9 en 2017), comme celui des événements mineurs (69 en 2018, 89 en 2017). J'ai perçu des signes positifs dans les comportements. J'observerai la poursuite de cette tendance.

Grâce au plan d'actions engagé, le nombre d'écarts de configuration de circuits s'améliore (1,2 par réacteur en 2018, 1,8 en 2017).

Comme chaque année, les systèmes de sauvegarde ont des taux d'indisponibilité excellents : RIS (injection d'eau de secours) à 0,04 %, ASG (alimentation de secours des générateurs de vapeur) à 0,01 % et diesels de secours à 0,06 %.

Je note aussi la capacité de l'exploitant à gérer des situations dégradées, par exemple une perte totale des alimentations électriques externes (cf. encadré).

Dans la continuité de 2017, la prise en compte des recommandations de l'Inspection nucléaire de la DPN (74 %) progresse. En revanche, les taux de prise en compte des AFI¹ (environ 60 %) et des SOER² de WANO (environ 80 %) fléchissent.



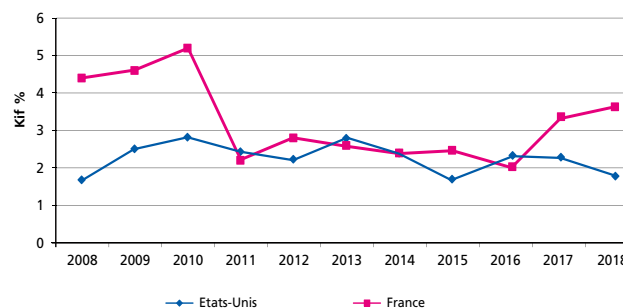
Comparaison des AAR-AMR des parcs REP France et États-Unis

DES POINTS DE VIGILANCE

Contrairement à 2017 où j'avais observé une amélioration, le nombre d'ESS pour non-respect des spécifications techniques d'exploitation (STE) se dégrade (1,7 par réacteur en 2018, 1,4 en 2017). Cet indicateur reflète la qualité d'exploitation. Les équipes éprouvent encore des difficultés à mettre en œuvre complètement certains principes fondamentaux de la conduite et de la

maintenance. Ce point devra faire l'objet d'une attention particulière en 2019.

Le nombre d'événements concernant la qualité de maintenance et d'exploitation diminue de 18 % mais reste élevé (478). Beaucoup d'actions engagées n'ont pas encore complètement porté leurs fruits. Ainsi certains indicateurs restent au même niveau ou se dégradent, comme les ESS associés aux essais périodiques, confirmant que la rigueur reste perfectible. Les principales faiblesses concernent la surveillance en salle de commande et le respect des procédures. Je constate des occasions manquées de rappeler ces standards. Par exemple, lors des réunions journalières, un débat autour du message sûreté serait un moyen efficace, pour les managers, de sensibiliser les équipes.



Comparaison des taux d'indisponibilités fortuites des parcs REP France et États-Unis

Les prolongations des arrêts de tranche s'améliorent par rapport à 2017 mais restent encore très élevées. J'apprécie que la DPN conserve la bonne maîtrise des arrêts parmi ses priorités car elle est essentielle à la qualité et à la sérénité.



Salle des machines

AU ROYAUME-UNI, DES RÉSULTATS EN RETRAIT

Je note un événement significatif de niveau 2 sur l'échelle internationale INES, le premier depuis neuf ans, en raison de corrosions détectées dans un site AGR (cf. encadré). Le nombre d'événements significatifs de

¹ Area For Improvement.

² Significant Operating Experience Report : rapport significatif d'expérience en exploitation.

niveau 1 est stable par rapport à 2017 (7 en 2018 et en 2017). Je rappelle que les exigences de déclaration sont différentes entre les autorités de sûreté française et britannique. Le nombre d'événements de niveau 0 se maintient autour de 6 par réacteur, témoignant d'un bon niveau de transparence.

Gestion réactive d'une perte des alimentations électriques externes

Le réacteur est à l'arrêt, le combustible est dans la piscine de stockage. L'alimentation électrique est assurée par la ligne externe principale, celle de secours faisant l'objet d'un entretien. L'un des deux diesels de secours est disponible, l'autre en travaux. Cette situation, habituelle lors des arrêts pour maintenance, est conforme aux règles.

Dans la nuit, un défaut survient sur le réseau d'alimentation électrique externe et provoque sa coupure. Le diesel de secours, qui alimente la moitié du refroidissement de la piscine du combustible, démarre instantanément.

L'exploitant réagit immédiatement en appliquant les procédures prévues et revoit la configuration des circuits de refroidissement de la piscine pour en maîtriser la montée de température. La situation redevient normale au bout de 6 heures (pour un délai maximal de 24 heures prévu par les spécifications techniques d'exploitation). En parallèle, RTE (le gestionnaire du réseau) travaille à résorber le défaut.

Il n'y a pas eu de conséquence réelle sur la sûreté mais la perte de l'alimentation électrique de plusieurs matériels a conduit à gérer une situation complexe.

Cet événement illustre l'importance de la défense en profondeur : disposer de matériels redondants et de procédures adaptées pour faire face à toutes les situations. Il souligne aussi la vigilance nécessaire pendant l'entretien d'une partie des alimentations électriques ainsi que l'importance de la coordination entre l'exploitant et le gestionnaire du réseau.

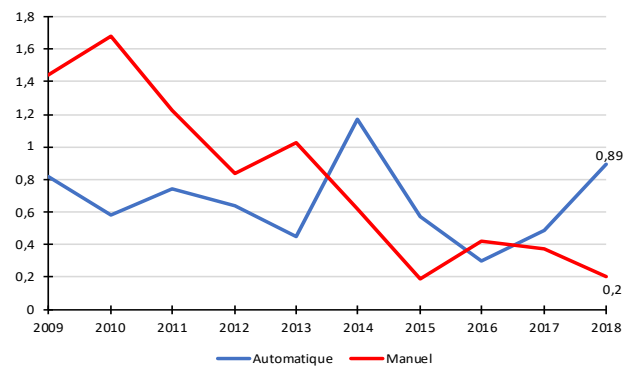
Après plusieurs années de progrès continus, les résultats du parc britannique marquent le pas. Si nombre d'indicateurs restent satisfaisants, par exemple le nombre de non-respects des spécifications techniques d'exploitation, certains stagnent ou se dégradent malgré les actions engagées. La dynamique mériterait d'être relancée ou de nouveaux axes de travail proposés. Je relève en particulier une augmentation du nombre total d'arrêts de réacteurs, automatiques et manuels.

LES MOTIFS DE SATISFACTION

Le nombre de non-respect des spécifications techniques d'exploitation (0,5 ESS/réacteur en 2018, 0,6 ESS/réacteur en 2017) continue de diminuer établissant un nouveau record. Ce résultat souligne la rigueur du travail en salle de commande.

En 2018, on ne compte qu'un seul événement marquant concernant l'incendie. Sur les quatre dernières années, le parc britannique ne comptabilise que 3 événements

de ce type. On note également, en 2018, une baisse significative du nombre d'événements mineurs.



EDF Energy Nuclear Generation AAR-AMR

Je constate la bonne fiabilité des équipements de sauvegarde :

- aucune indisponibilité pour le réacteur à eau pressurisée (REP) de Sizewell B pour la onzième année consécutive,
- pour les AGR, un taux d'indisponibilité de l'alimentation auxiliaire de 0,06 % (0,08 % en 2017), de l'injection de sécurité de 0,094 % (0,124 % en 2017). Le taux d'indisponibilité des groupes électrogènes de secours augmente à 0,224 % (0,077 % en 2017), en raison d'une indisponibilité prolongée de matériels dans un même site.

Comme en 2017, la prise en compte des recommandations des *Peer Reviews* (85 %) et des SOER (90 %) de WANO reste à un excellent niveau.

Un événement de niveau 2 sur l'échelle INES

En 2018, de la corrosion a été détectée dans un site lors des arrêts pour maintenance de ses deux réacteurs AGR. L'exploitant a réalisé des inspections complémentaires qui ont révélé d'autres zones de corrosion dans l'installation. Certains défauts considérés individuellement demandaient un classement au niveau 0 ou 1 dans l'échelle INES. Cependant, on pouvait craindre que le nombre de défauts de cause commune n'entraîne des indisponibilités de matériels si les réparations n'étaient pas menées à temps. Cela a conduit à un classement au niveau 2.

Une équipe dédiée « *Event Recovery* » a mené les inspections complémentaires et lancé les travaux de réparation.

DES POINTS DE VIGILANCE

En 2018, le nombre d'arrêts de réacteurs, automatiques et manuels, augmente (1,07 par réacteur en 2018 pour 0,93 en 2017). Les causes associées au facteur humain tiennent une place importante dans ce résultat.

Le nombre d'écarts de lignage (1,6 par réacteur) ne confirme pas la forte amélioration atteinte en 2017

(0,93) mais demeure sensiblement inférieur aux années précédentes (3,1 en 2016).

Il en est de même des demandes de travaux en retard de traitement. Elles concernent tous les matériels, y compris certains importants pour la sûreté. Un cumul de défauts sur ces matériels peut fragiliser le niveau de sûreté. Des actions ont été engagées pour corriger ce retard (cf. chapitre 2).

Comme en France, les durées d'arrêts restent encore au-dessus des objectifs et des meilleures années, à cause de non-qualités ou de travaux non programmés, peu propices à la sérénité des équipes.

Départ de feu d'un chargeur de batterie

Un début d'incendie s'est produit lors de l'essai de charge de la batterie d'alimentation du réseau de téléphonie interne. Dû à un condensateur vieillissant qui n'a pas supporté la charge imposée, il a nécessité la mobilisation des moyens de secours. Personne n'a été blessé mais les dégâts matériels dans l'armoire électrique sont importants.

La cause profonde est un manque de maintenance préventive et de surveillance de ce type de matériel pour lequel un retour d'expérience existe pourtant.

S'y ajoute un manque de rigueur : une procédure mal adaptée et un défaut de surveillance locale par les techniciens durant l'essai.

LE COMBUSTIBLE, DES PERFORMANCES SATISFAISANTES

Le combustible joue un rôle important pour la sûreté. La gaine des assemblages qui contient les pastilles d'uranium constitue la première barrière entre les produits radioactifs et l'environnement. Le contrôle de son étanchéité est donc nécessaire et fait l'objet de mesures poussées.

En 2018, le taux de défaillance des assemblages reste à un bon niveau en France et au Royaume-Uni.

En France, ce taux est de 0,13 %, ce qui correspond à dix assemblages non étanches répartis dans huit réacteurs. Les corps migrants et les débris consécutifs à la rupture de ressorts de grilles de certains assemblages par corrosion

sous contrainte sont la cause principale de défaillance des gaines des crayons. Un traitement thermique des ressorts devrait être disponible fin 2019 et déployé ensuite progressivement sur le parc. Quatre assemblages n'ont pas été rechargés en 2018 (10 en 2017, 8 en 2016), en raison d'endommagements découverts lors de leur maintenance.

Au Royaume-Uni, une amélioration est également observée avec 5 cartouches présentant des défauts d'étanchéité sur les 4 000 déchargées (8 en 2017 et 20 en 2016). Ces défauts, qui affectent 3 réacteurs en 2018, sont liés à un dépôt de carbone sur les gaines des crayons. La surveillance du phénomène se poursuit, avec des contrôles endoscopiques et des examens métallurgiques de combustibles usés. En 2019, de l'oxygène sera injecté dans l'un des réacteurs affectés pour réduire les dépôts de carbone. En 2018, 22 non-conformités de cartouches de combustible neufs ont été identifiées, dont 19 dues à des crayons. J'apprécie la vigilance des sites qui ont retourné au fournisseur les cartouches douteuses. Après des contrôles complémentaires et l'élaboration d'un dossier de sûreté, elles ont pu être rechargées.



Une cartouche combustible de réacteur AGR

À Sizewell B, seul réacteur à eau pressurisée du Royaume-Uni, aucune inétanchéité d'assemblage combustible n'a été observée. Pour répondre aux problèmes d'obsolescence et augmenter encore les marges de sûreté, un projet est engagé pour un nouveau type de combustible. Il devrait être déployé dans les prochaines années et utilisera les tubes guides de Framatome modèle Q12, déjà utilisés en France, avec un bon retour d'expérience.

2

RESTER CONCENTRÉS SUR LES FONDAMENTAUX DE LA SÛRETÉ



CNPE de Cattenom

L'attention portée à la sûreté nucléaire se manifeste à tous les niveaux du groupe EDF.

L'engagement du personnel, les compétences et les moyens consacrés à la sûreté sont importants.

Le système repose sur des organisations et des processus multiples et complexes : il faut davantage porter sur le terrain le sens des exigences et les fondamentaux des métiers.

CONTINUER D’AFFIRMER LA RESPONSABILITÉ DE L’EXPLOITANT

En 2018, comme les années précédentes, je constate que l'exploitant exerce sa responsabilité première vis-à-vis de la sûreté.

Au Royaume-Uni, le maintien à l'arrêt d'un des réacteurs de Hunterston, à l'initiative d'EDF Energy, en témoigne.

Face à une extension plus rapide que prévu de la fissuration du graphite (cf. page 7), la prolongation de l'arrêt vise à étendre les inspections du réacteur, approfondir l'analyse de sûreté et définir les critères de la poursuite de son exploitation.

En France, ce fut aussi le cas lors de la découverte d'une insuffisante tenue au séisme d'une bride du circuit d'eau brute secouru. L'anomalie, détectée dans un réacteur, a été rapidement caractérisée sur l'ensemble du parc.

L'exploitant a fait les réparations nécessaires et a décidé d'arrêter un réacteur dont la remise en état ne pouvait s'effectuer en fonctionnement.

Cependant, je note parfois, en France, une tendance à trop instruire les sujets de sûreté au travers du prisme des éléments à fournir à l'ASN et à laisser, dans un premier temps, l'approche administrative prendre le pas sur l'analyse de sûreté. J'appelle chacun à d'abord considérer les sujets selon leurs conséquences réelles ou potentielles sur la sûreté.

UN EFFORT RÉSOLU DE MAÎTRISE DE LA CONFORMITÉ

En France, après les événements de niveau 2 déclarés en 2017, l'exploitant a engagé une démarche¹, associant l'ingénierie, pour garantir la conformité des installations à leur référentiel, détecter les écarts, les caractériser dans un délai approprié, informer l'ASN, définir et justifier les solutions.

Je me réjouis de cet engagement résolu ; une plus grande réactivité est déjà notable.

Le traitement du dossier des manchettes thermiques (cf. encadré) a conduit à déployer un processus mobilisant toutes les compétences techniques du Groupe, jalonné par des CSNE² dédiés. J'apprécie cette pratique ainsi que l'implication de la FIS³. Les difficultés rencontrées dans l'instruction de ce dossier, soulignent l'importance de retenir des marges initiales majorées lorsque les phénomènes sont encore mal connus et d'adopter d'emblée l'ensemble des mesures compensatoires.

La détection d'écarts relève de multiples entités : sites, centres d'ingénierie, sous-traitants, directions centrales, etc. Pour éviter les risques liés aux viscosités organisationnelles, il est essentiel qu'à chaque niveau du Groupe, l'organisation et le management détectent les écarts, les caractérisent et les communiquent aux niveaux appropriés, de manière réactive et proportionnée aux enjeux.

Au Royaume-Uni, l'effort de conformité me paraît devoir porter sur la résorption de l'en-cours des demandes de travaux (*backlog*) pour assurer la conformité des installations à leur référentiel et ne pas laisser s'installer une quelconque tolérance aux situations d'écart.

À cet égard, je note la découverte récente d'un phénomène de corrosion dans un site alors qu'un plan de réparation est engagé par le parc depuis plusieurs années (cf. chapitre 1). Une fissuration des lignes de vapeur a aussi été découverte tardivement. Je porterai une attention particulière à l'analyse approfondie de ces événements et au retour d'expérience, notamment organisationnel, qui en sera tiré.

¹ Démarche AREC : analyse réactive des écarts de conformité.

² Comité de sûreté nucléaire en exploitation de la DPN.

³ FIS : Filière indépendante de sûreté.

Manchettes thermiques des mécanismes de grappes de commande

Ces manchettes sont des tubes mobiles situés à la traversée du couvercle de la cuve du réacteur, entre les tiges de commande des grappes de contrôle et le carter de leur mécanisme. L'usure de certaines de ces manchettes a entraîné la rupture de leur partie supérieure. Celle-ci engendre un risque de blocage de la grappe de commande.

Cet incident concerne principalement les réacteurs de 1300 MW. Les usures prononcées affectent de une à trois grappes de commande de certains réacteurs. Des blocages de grappes ont été observés lors d'essais dans 3 réacteurs.

Un programme de contrôle est mis en œuvre au premier arrêt pour rechargement. Au-delà d'un certain seuil d'usure, les manchettes sont remplacées. Des mesures compensatoires sont appliquées aux réacteurs qui n'ont pas encore été contrôlés : fonctionnement à puissance constante (moindre sollicitation des grappes de commande), essais de manœuvrabilité, vérification mensuelle de la chute des grappes, etc. Il a été vérifié qu'en toute situation, les critères de sûreté seraient respectés même si les grappes concernées étaient bloquées en position haute.



Manchettes thermiques

UN PLAN DE MAÎTRISE DE LA QUALITÉ DE LA MAINTENANCE ET DE L'EXPLOITATION

En France, de nombreuses démarches se sont succédées pour améliorer la qualité d'exploitation et de maintenance. On voit toute la difficulté à dépasser une asymptote. Face à des résultats insuffisants, la DPN a lancé en 2018 un plan d'actions. Il fixe des objectifs ciblés, met l'accent sur la préparation des interventions et des intervenants, et prévoit de renforcer la présence des managers sur le terrain. Des revues de pairs trimestrielles de chaque site représentent une innovation prometteuse.

Fin 2018, on constate les premiers signes d'amélioration. Le nombre d'événements causés par des non-qualités fléchit de près de 20 % (cf. chapitre 1). Les automaticiens et les chimistes ont le plus progressé. J'appelle la conduite, la maintenance lourde et les prestataires nationaux au même effort.

J'apprécie que la DPN poursuive ce plan d'actions en 2019. Il produira des fruits dans la durée s'il est déployé avec constance par tous les niveaux du management, sur le terrain, dans une démarche de responsabilisation (cf. chapitre 4).

Dans les deux parcs, un effort supplémentaire doit être porté sur les pratiques de fiabilisation des interventions (PFI). Une douzaine d'années après la décision de les utiliser, elles sont déployées de manière variable. Je constate que ce qui est attendu n'est pas traduit de façon homogène, y compris par les managers. Améliorer le portage des exigences sur le terrain, l'adhésion aux standards, leur application et leur contrôle, nécessite de clarifier davantage le sens des exigences.

AMPLIFIER LA SIMPLIFICATION À LA DPN

L'objectif de hiérarchisation des enjeux, de clarification du sens et de simplification est, à mes yeux, l'un des plus importants dans le domaine de la sûreté nucléaire. La DPN a engagé une démarche pour simplifier ses référentiels de sûreté. Celle-ci vise en particulier à rendre le sens des exigences plus lisible et moins administratif. J'en examinerai les résultats avec intérêt et recommande aux sites de maintenir ce principe de simplification sur le terrain.

Les témoignages et les exemples convergent : les processus, la documentation et l'instruction des dossiers accaparent une part croissante des énergies. La hiérarchie des priorités n'apparaît pas assez clairement et la tendance à multiplier des exigences non essentielles se poursuit. Celle-ci peut avoir une origine réglementaire mais aussi, souvent, interne.

Aussi est-il nécessaire de donner la priorité aux fondamentaux, en se référant toujours au sens concret des exigences du point de vue de la sûreté. J'insiste de nouveau sur la nécessité de développer la présence et le leadership sur le terrain, notamment par un accompagnement plus marqué des managers par leur chef (cf. chapitre 4).

De même, la documentation devrait être d'abord conçue pour ceux qui vont s'en servir. D'après ses utilisateurs, l'accroissement de son volume coïncide souvent avec une baisse du sens qu'elle leur apporte. En particulier, toute documentation opérationnelle devrait se concentrer clairement sur les objectifs, les risques, les parades et les modes opératoires directement utilisables par les intervenants.

¹ Revues complètes de chaque site menées tous les quatre ans, par une équipe d'environ 25 inspecteurs, pendant trois semaines. Une revue de suivi, deux ans plus tard, évalue les progrès réalisés.

UNE FILIÈRE INDÉPENDANTE DE SÛRETÉ (FIS) SOLIDE, À FINALISER EN INGÉNIERIE

LA FIS AU ROYAUME-UNI

Très associé au fonctionnement du parc, le directeur sûreté contrôle le niveau de sûreté des sites et de l'état-major, avec des moyens importants.



Manœuvre en salle de commande

L'Independent Nuclear Assurance (INA) demeure mûre et bien structurée. Son regard sur les sites et l'ingénierie est pertinent. Elle bénéficie de la confiance de l'autorité de sûreté (ONR). J'apprécie le recours à des profils extérieurs, très enrichissant. La gestion prévisionnelle de ses ressources et compétences constitue un point d'attention.

La FIS du projet HPC, réorganisée en 2018, est de haut niveau et bien structurée.

LA FIS DU PARC EN EXPLOITATION EN FRANCE

À l'état-major de la DPN, le directeur délégué sûreté continue d'appuyer les sites et de les challenger. En 2018, il contrôle davantage le traitement par le niveau central des non-conformités, anomalies et incidents génériques. Je recommande d'étendre son rôle en la matière, en veillant à ce qu'il dispose systématiquement des informations nécessaires.

L'Inspection nucléaire (IN) de la DPN poursuit avec compétence et rigueur sa mission d'évaluation des sites. Les évaluations générales d'excellence¹ demeurent complètes et percutantes. L'IN mène aussi des inspections dites réactives, sur événement : c'est une pratique positive.

Dans les CNPE, le modèle de la FIS demeure clair et solide. Les ingénieurs sûreté sont généralement bien positionnés et soulèvent les questions de sûreté de manière appropriée. Ils mettent souvent l'accent sur les déclarations d'événements à l'ASN. Attention à ce que le volet déclaratif du traitement des événements, par exemple le classement dans l'échelle INES, ne l'emporte pas sur le traitement de l'événement lui-même (analyse d'impact sûreté, conduite à tenir, causes profondes, solutions provisoires et définitives, retour d'expérience).

LA FIS DE L'INGÉNIERIE ET DES PROJETS EN FRANCE

Des éléments de FIS sont en place dans les entités d'ingénierie. Je perçois des positionnements intéressants et prometteurs de plusieurs de ces instances de contrôle interne, comme la DACI d'Edvance. J'apprécie aussi la réalisation, en 2018, d'une évaluation de la DIPDE par l'Inspection nucléaire de la DPN. À la DIPNN, le DFISQ¹ est mandaté pour une partie seulement des missions d'une FIS de deuxième niveau (cf. chapitre 7).

Le rôle et l'organisation des FIS à la DIPNN et à la DIPDE méritent à mes yeux d'être approfondis. Il faut s'assurer qu'un contrôle interne de premier niveau opère au sein de chacun des chantiers, projets et entités d'ingénierie, qu'un contrôle de second niveau s'exerce sur l'ensemble du périmètre de chaque direction ou division, que les entités de contrôle disposent toutes de l'indépendance et du rattachement hiérarchique appropriés.

Les rôles respectifs en matière de sûreté des directions de projet, directions techniques, *design authorities*, instances de contrôle indépendant méritent d'être clarifiés.



Un exercice incendie

LES AUTRES ORGANISMES DE CONTRÔLE INTERNE EN FRANCE

Les services d'inspection reconnus des CNPE (SIR) que je rencontre exercent leur mission avec rigueur et professionnalisme.

L'organisme interne de l'utilisateur (OIU)² continue de bénéficier d'une bonne expertise et de faire preuve d'indépendance. Maintenir ses compétences suppose de planifier son activité à moyen terme et d'assurer une charge prévisionnelle suffisante.

La *design authority* du parc français en exploitation (DESA) garantit la conformité des installations au design initial et assiste la DPN en matière de modifications. Elle se renforce et joue un rôle croissant et très positif dans la sûreté.

¹ Département filière indépendante de sûreté et de qualité.

² Rattaché à la direction industrielle de la DIPNN, il évalue la conformité de certains équipements sous pression.

³ Unité d'ingénierie d'exploitation de la DPN.

LE CONTRÔLE INTERNE DES MODIFICATIONS EN FRANCE

La loi de transition énergétique pour la croissance verte du 18 août 2015 conduit à revoir les modalités du contrôle interne des modifications notables des installations, des procédures d'exploitation et des rapports de sûreté. Il est en particulier prévu, d'une part, qu'un plus grand nombre de modifications relèvent de la déclaration (article 27) plutôt que de l'autorisation (article 26), d'autre part, que le contrôle interne s'exerce aussi et de la même façon sur les modifications soumises à autorisation.

Ce contrôle interne renforcé, portant désormais sur l'ensemble des modifications, entraînera une charge de travail importante. Il est de nature à faire progresser l'exercice de la responsabilité de l'exploitant, les capacités de questionnement interne, la qualité des dossiers et donc la sûreté.

J'apprécie le sérieux et la qualité du travail réalisé, notamment par l'UNIE³ et la DESA, pour définir l'organisation et les règles de ce contrôle interne : elles me paraissent bien structurées, solides et homogènes. Ce dispositif entrera en vigueur le 1^{er} juillet 2019 et j'en suivrai la mise en œuvre.

INCENDIE : DES PROGRÈS À CONSOLIDER

En France et au Royaume-Uni, je rencontre des chargés incendie motivés et actifs. L'engagement managérial et les résultats progressent.

L'objectif demeure que la prévention des incendies soit l'affaire de tous et pas seulement des spécialistes. Si des progrès sont observables, j'estime néanmoins nécessaire d'ancrer la culture de prévention de manière plus profonde et durable dans l'ensemble des équipes.

En France, par une directive de 2018, la DPN demande de porter une attention particulière aux locaux les plus sensibles en cas d'incendie (locaux électriques). Cette initiative positive se traduit par des actions concrètes : suppression de toute zone de stockage, alarmes sonores sur ouverture prolongée des portes.

La maîtrise des charges calorifiques demeure un point de vigilance : je demande que les règles en la matière soient rigoureusement appliquées. Il en est de même du respect des prescriptions des permis de feu. En effet, les points chauds sont une des principales causes des départs de feu.

La DPN s'est saisie de la question de l'entreposage des produits explosifs et hautement inflammables, par exemple les bouteilles de gaz de chantier. Un nouveau référentiel a été défini. Cet effort positif est à poursuivre et je m'en assurerai sur le terrain.

Outre les référentiels incendie au titre de la sûreté, je rappelle l'impératif de maîtriser et d'appliquer aussi dans leur intégralité les référentiels réglementaires, par exemple le code du travail.

Au Royaume-Uni, le gros travail et l'engagement managérial depuis plusieurs années, tant au plan stratégique que sur le terrain, portent leurs fruits : le nombre de départs de feu a drastiquement baissé (cf. chapitre 1). La maîtrise des charges calorifiques, en particulier des fuites d'huile, doit progresser ainsi que la disponibilité des systèmes incendie. Je note le lancement d'un plan d'actions sur ces deux sujets, à la suite des recommandations de WANO.

UN ÉTAT SATISFAISANT DES INSTALLATIONS ET DES POINTS D'ATTENTION

Les sites visités en 2018 étaient globalement bien tenus. L'ambition doit être haussée jusqu'à obtenir un état exemplaire.

Les échanges, les visites croisées, la participation à des revues de pairs dans les meilleures installations doivent être recherchés pour faciliter le « calage de l'œil » et partager les meilleurs standards.

Parmi les points d'attention je relève :

- en France, un besoin de rénovation des pupitres de plusieurs salles de commande du palier 1300 MW. Certains sont impeccables : l'excellence est donc accessible,
- au Royaume-Uni, la corrosion dans la partie conventionnelle des centrales. Je note les programmes de remplacement de tuyauteries métalliques par du PEHD (polyéthylène haute densité).



Tenue exemplaire des installations

MES RECOMMANDATIONS

L'ingénierie et les projets jouent un rôle essentiel dans la sûreté. Je recommande au directeur de la DIPNN de définir et de mettre en place de manière plus complète les filières indépendantes de sûreté dans ces domaines.

Dans le Groupe, des informations importantes pour la sûreté mettent parfois trop longtemps pour parvenir au bon niveau de décision et y être appréhendées. Je recommande aux directeurs de la DPNT, de la DIPNN et d'EDF Energy de poursuivre les efforts engagés pour lutter, dans chacune des entités concernées, contre cette viscosité organisationnelle.

3

LA SÉCURITÉ ET LA RADIOPROTECTION



Travaux de génie civil à Hinkley Point C

Dans les deux parcs, les résultats de sécurité restent corrects. Sur les chantiers, les résultats de l'ingénierie demeurent insuffisants en France.

La radioprotection reste de bon niveau avec une vigilance à accentuer sur les tirs radio.

La prévention et le contrôle des addictions font l'objet d'une forte impulsion du COMEX.

SÉCURITÉ : POURSUIVRE L'EFFORT SUR LES RISQUES CRITIQUES

La politique santé sécurité, signée le 23 avril 2018, confirme l'engagement du Groupe. Ses modalités d'application intègrent en particulier les règles vitales et les exigences BEST¹. Elle identifie cinq actions de court terme dont la vigilance partagée, la prévention et le contrôle de

la consommation de stupéfiants, l'accompagnement des managers à la sécurité.

EN FRANCE, DES RÉSULTATS CONTRASTÉS...

À la DPN, en 2018, le taux de fréquence global² est de 2,3 en très légère augmentation par rapport à 2017 (2,2) mais à un niveau bas par rapport aux années antérieures. Il présente de fortes disparités entre les sites. Tandis que

¹ Building Excellence in Safety Together.

² Tfg : nombre d'accidents avec arrêt de travail par million d'heures travaillées par les salariés d'EDF et de ses prestataires.

la part des accidents hors poste de travail croît, les chutes de plain-pied constituent une part notable des accidents.

La maîtrise des risques vitaux s'améliore, avec un nombre de blessés en baisse régulière (10 en 2018, 13 en 2017, 26 en 2016 et 32 en 2015), et les situations à risque sont mieux identifiées. Mais on constate encore trop de signaux faibles dans ce domaine. Je renouvelle mon alerte sur les risques électriques, même si la prise de conscience est palpable et des progrès constatés. Une attention particulière est aussi à porter sur les travaux en hauteur et le levage.

À l'ingénierie, les résultats demeurent non satisfaisants avec un Tfg de la DIPNN de 3,5 en 2018 (3,7 en 2017 et 2,6 en 2016). À la DIPDE, le Tfg s'élève à 3,1 en 2018 (2,7 en 2017, 4,5 en 2016).

À Flamanville 3, le taux de fréquence (6,1 en 2018, 5,1 en 2017) est très élevé. On constate trop de situations dangereuses, par exemple sur des matériels électriques récemment mis sous tension et consignés.

Dans les sites en déconstruction, le Tfg de 5,2 se dégrade (2 en 2017 et 5,8 en 2016).



Opération de meulage

... À AMÉLIORER GRÂCE À L'IMPLICATION DES MANAGERS SUR LE TERRAIN...

Dans les CNPE, je rencontre des services sécurité convaincus et actifs ; le message managérial est le plus souvent clair. Si la culture de sécurité se développe, celle-ci reste parfois l'apanage des services dédiés et doit s'ancrer davantage dans les réflexes, les pratiques et le professionnalisme de chacun.

Les messages de sûreté et de sécurité sont une pratique assez répandue. Ils devraient néanmoins être plus systématiquement l'occasion d'échanges et de recherche de progrès collectifs.

Accroître la présence du management sur le terrain est essentiel. Les managers doivent connaître les risques, les standards et les bonnes pratiques de sécurité au travail. Je recommande qu'ils soient tous formés de manière suffisamment complète et opérationnelle pour agir efficacement sur le terrain, avec un accent particulier sur les risques vitaux. C'est à cette condition qu'ils pourront faire appliquer les exigences, relever les écarts, corriger les situations dangereuses, former et appuyer

leurs collaborateurs. Comme dans les autres domaines, l'accompagnement régulier, sur le terrain, des managers par leur chef est fondamental.

En complément, la désignation de responsables de zone est une bonne pratique, à intégrer dans les référentiels.

Depuis plusieurs années, je souligne l'intérêt de la démarche de vigilance partagée : chacun doit se sentir responsable de l'autre, en lui signalant les risques qu'il prend et les exigences qu'il n'applique pas (tenir la rampe d'escalier, porter un casque, des lunettes de protection ou un harnais de sécurité, etc.) Cette vigilance n'est pas encore naturelle chez tous ; elle le deviendra en poursuivant l'effort. Les prestataires devraient y être davantage associés.

À la DPN, les règles demeurent hétérogènes entre les sites, port des équipements de protection individuelle par exemple. Cela entraîne en particulier des difficultés pour les prestataires. Je note que la DPN a entrepris d'éditer des référentiels communs : c'est une bonne initiative.

... ET QUELQUES POINTS D'ATTENTION

À côté des exigences internes et des bonnes pratiques professionnelles, il convient aussi de continuer à développer la connaissance et la maîtrise des référentiels réglementaires, par exemple le code du travail ou les règlements sur les appareils de levage. Il paraît souhaitable que la DPN renforce son appui aux sites en la matière. De même, l'ingénierie doit veiller à intégrer ces exigences dans les études.

Deux autres points d'attention concernent l'amiante :

- lorsque des revêtements sont susceptibles de contenir de l'amiante, les règles d'intervention sont jugées très lourdes, parfois non homogènes selon les sites et les prestataires,
- dans les chantiers de déconstruction, les règles de protection contre le risque amiante et les règles de radioprotection sont parfois contradictoires.

AU ROYAUME-UNI, UNE PERFORMANCE DE BON NIVEAU...

Le taux de fréquence global du parc d'EDF Energy augmente en 2018, tout en demeurant bas : 0,5 (0,2 en 2017, 0,3 en 2016).

Je relève que trois salariés ont été sérieusement blessés et brûlés par une fuite de vapeur provoquée par la rupture d'une vanne sur laquelle ils intervenaient. Cet accident qui touche l'intégrité de salariés a profondément marqué l'ensemble du personnel. J'en suivrai l'analyse et les enseignements tirés.

Les travaux en hauteur demeurent un des principaux domaines d'attention (échafaudages, toits, plates-formes temporaires, échelles, trémies ouvertes, etc.).

Le site de Hinkley Point C est très bien tenu. Les performances de sécurité sont bonnes et se comparent favorablement aux chantiers d'ampleur identique (taux

de fréquence global de 1,2). Les points d'attention principaux sont les travaux en hauteur, la circulation d'engins et, au premier chef, les potentielles chutes de charges. Le nombre de grues, une cinquantaine en 2019, et la concentration d'activités et d'ouvriers en certains endroits demandent en effet une plus grande vigilance afin que personne ne se trouve sous des charges.

... ET UN GRAND ENGAGEMENT DES MANAGERS

L'engagement managérial, au niveau central comme dans les sites, est manifeste. Le plan d'actions lancé pour rétablir une performance identique à celle de 2017 mobilise les équipes de terrain et favorise les échanges. J'apprécie la vidéo dans laquelle plusieurs directeurs commentent de manière personnelle un accident mortel survenu il y a quelques années. Diffusée à tous, elle a marqué les esprits.

La pratique des messages de sûreté et sécurité (*safety messages*), vivante et dynamique, est exemplaire.

La coopération entre la DPN et EDF Energy *Nuclear Generation* se poursuit, par exemple sur les risques de levage et de chute de charge.

Je me réjouis de la volonté d'harmoniser les indicateurs des deux parcs, car certains chiffres sont difficilement comparables du fait des différences de gestion des arrêts de travail.

PRÉVENIR LES ADDICTIONS

La consommation de stupéfiants est incompatible avec les métiers du nucléaire, qui imposent vigilance et pleine maîtrise de ses moyens.

Le COMEX renforce l'engagement du Groupe par une politique résolue de prévention et de détection.

Outre l'accompagnement personnel par les services médicaux, une nouvelle étape est programmée en France : une plus grande communication et des contrôles par sondage dans toutes les unités opérationnelles. Anonymes dans un premier temps, dans un but de sensibilisation, ceux-ci seront nominatifs dans un second temps pour les titulaires de postes ayant trait à la sûreté et à la sécurité.



Opération de levage

J'appelle à mettre en œuvre rapidement ces dispositions car il en va de la pleine sûreté des activités et de l'image du Groupe. Je note d'ailleurs le succès de la démarche analogue engagée, il y a une quinzaine d'années, en matière d'alcool.

Au Royaume-Uni, le programme de contrôles aléatoires en place depuis de nombreuses années fait partie du référentiel et de la culture.

RADIOPROTECTION : DES RÉSULTATS DE BON NIVEAU

EN FRANCE, DES RÉSULTATS GLOBALEMENT STABLES

En 2018, la dose collective (0,67 homme.Sv/tranche) est conforme à l'objectif de la DPN (0,69 h.Sv/tr). Elle croît légèrement par rapport à 2017 (0,61 h.Sv/tr) en raison de l'augmentation du volume de maintenance.

La dose individuelle moyenne (EDF + prestataires) est de 0,90 milliSievert (0,83 mSv en 2017). Le nombre d'intervenants recevant une dose annuelle supérieure à 10 mSv passe de 89 en 2017 à 160 (274 en 2016). Un intervenant dépasse très légèrement 14 mSv. Pour mémoire, la limite réglementaire est de 20 mSv.

Le nombre d'événements significatifs liés au respect des règles en zone orange repart à la hausse (36 en 2018, 29 en 2017, 44 en 2016, 29 en 2015).

Plusieurs situations dangereuses ont été relevées lors de tirs radio, dans le parc et le chantier de Flamanville 3. Face à ce risque vital, j'appelle à une plus grande rigueur dans le contrôle des règles de sécurité, en particulier la vérification que personne n'est resté à l'intérieur du balisage délimitant la zone d'exclusion.

... ET UNE AMBITION À RÉAFFIRMER

En France, les équipes chargées de la radioprotection sont compétentes et engagées.

Le programme d'assainissement des circuits primaires a été respecté, engendrant des réductions de doses importantes. J'encourage à poursuivre dans cette voie ainsi que dans l'éradication des points chauds.

Toutefois, la stabilité des résultats fait courir le risque d'une banalisation de la radioprotection qui demeure parfois l'affaire des spécialistes. De plus, l'effort managérial porté sur la sécurité au travail peut faire passer au second plan l'enjeu de radioprotection. Le moment me semble venu de définir de nouvelles ambitions, notamment en matière de doses collectives.

J'invite aussi à considérer la suite à donner à la démarche EVEREST (cf. encadré), mise en place de manière réussie dans quatre sites. La relance de tout ou partie de cette approche, éventuellement adaptée, mérite d'être examinée ; en effet, l'effort de propreté radiologique et la discipline qu'elle requiert sont sources d'importants progrès.

À la DP2D¹, je note la volonté de mieux prendre en compte le risque de contamination par des particules émettrices de rayonnement alpha. Cette impulsion positive est à poursuivre et à approfondir. Une coopération avec le CEA et Orano, habitués à ce risque, sera bénéfique.

EVEREST

La démarche EVEREST (Evoluer VERs une Entrée Sans Tenue universelle) consiste à créer les conditions de propreté radiologique autorisant l'accès en zone nucléaire sans changer de tenue de travail.

La quasi-disparition des contraintes permet d'accéder plus facilement en zone contrôlée, de gagner du temps dans nombre d'interventions, de faciliter la présence de l'encadrement sur le terrain. Un des principaux bénéfices d'EVEREST réside dans une plus grande maîtrise des conditions radiologiques. Le passage à EVEREST impose en effet un effort particulier de décontamination. Le maintien des installations en conditions EVEREST exige ensuite une grande rigueur de comportement dans les opérations courantes.

Les réacteurs de 1300 et 1450 MW sont les plus éligibles, suivant leurs caractéristiques et leur niveau radiologique initial. Aujourd'hui, quatre sites (dix réacteurs) fonctionnent en EVEREST : Golfech, Civaux, Cattenom, Flamanville. Flamanville 3 s'y joindra.

Si l'appellation EVEREST est française, l'objectif et le principe en sont assez largement répandus à l'international.

AU ROYAUME-UNI, LA SITUATION DEMEURE SATISFAISANTE...

L'exploitation des réacteurs AGR n'entraîne, du fait de leur conception, que des doses collectives très limitées. En 2018, la dosimétrie collective est de 0,05 homme.Sv/réacteur (0,02 h.Sv/réacteur en 2017). Son augmentation tient aux travaux réalisés dans deux caissons de réacteurs

AGR. Ces opérations d'ampleur, mobilisant des dizaines d'intervenants sur plusieurs semaines, engendrent des doses significativement supérieures à celles des opérations courantes. De telles entrées dans les caissons de réacteur n'avaient pas été réalisées depuis plusieurs années. J'ai observé le sérieux avec lequel elles ont été préparées et menées ; ainsi les doses reçues ont été inférieures aux prévisions.

Avec 0,1 homme.Sv (0,3 h.Sv en 2017), le réacteur à eau sous pression de Sizewell B se situe à un bon niveau au plan international.

La dose individuelle maximale, tous réacteurs confondus, est de 7,19 mSv (5,54 mSv en 2017).



Mesure de débit de dose sur la dalle d'un réacteur AGR

... ET LA VIGILANCE DOIT ÊTRE MAINTENUE SUR LA CHAÎNE DE MANUTENTION DU COMBUSTIBLE

Dans les AGR, la maintenance des systèmes de manutention du combustible usé (*fuel route*) engendre les plus hauts débits de dose. Ce sont aussi les systèmes les plus complexes, dont la fiabilité est un point sensible. Il convient d'y porter une attention particulière, d'autant plus que les opérations de manutention de combustible usé se multiplieront avec l'arrêt de ces réacteurs.

MES RECOMMANDATIONS

Cette année encore, j'observe dans le Groupe des événements et des signaux faibles en matière de sécurité. Je recommande aux directeurs de la DPNT, de la DIPNN et d'EDF Energy, en liaison avec les entreprises prestataires, de renforcer la prévention des risques vitaux, en particulier :

- risque électrique et tirs radio en France,
- travaux en hauteur au Royaume-Uni et levage à Hinkley Point C.

L'action du management sur le terrain est l'un des principaux facteurs de progrès en sécurité et en radioprotection. Je recommande aux directeurs de la DPNT, de la DIPNN et d'EDF Energy que les managers soient formés de manière plus complète et opérationnelle et qu'ils bénéficient tous d'un accompagnement personnalisé sur le terrain par leur chef.

Les métiers du nucléaire exigent de chacun vigilance et pleine maîtrise de ses moyens. Je recommande aux directeurs de la DPNT et de la DIPNN de veiller à une déclinaison rapide de la politique du Groupe en matière de prévention et de contrôle des addictions.

¹ Direction des projets déconstruction et déchets.

4

LA RÉUSSITE DU CHANGEMENT : L'INTELLIGENCE COLLECTIVE



Des formations proposées par l'Université Management du Groupe (UMG)

Dans un monde en mutation, le Groupe engage des transformations clés pour l'amélioration de sa performance dont la sûreté et la qualité.

Ces transformations sont l'occasion de passer d'un système caractérisé par l'inflation des processus, des exigences et du reporting, à une approche centrée sur la machine et ceux qui la conduisent et l'entretiennent.

De nombreuses initiatives engagées, avec la volonté d'associer les acteurs, développent l'intelligence collective et favorisent des approches responsabilisantes.

MES OBSERVATIONS

DE NOMBREUSES RÉSISTANCES

Partout, j'entends les managers de proximité parler de « résistance au changement » et les directions de « conduite du changement ou des transformations ». Derrière ces vocables se cachent des réalités fort différentes.

Je note, pour les transformations qui n'ont pas été correctement amorcées, l'effort des managers consistant

à répéter inlassablement les mêmes messages sur les comportements attendus à des salariés qui ne se sentent pas compris. Ils invoquent fréquemment la taille des organisations ou la culture pour tenter d'expliquer ces résistances.

Je constate aussi l'insatisfaction des directions qui, pour accélérer le rythme des transformations, renforcent leurs exigences et amplifient les processus de contrôles.

Changer de comportement pour adopter de nouvelles façons de travailler est difficile, chacun restant attaché à ses habitudes, repères et représentations.

LES PFI ET LA QUALITÉ DES DONNÉES

Ainsi en France, de nombreux salariés affirment ne pas être opposés aux pratiques de fiabilisation des interventions (PFI), tout en reconnaissant « ne les mettre en œuvre que pour les activités qui le méritent, celles qui présentent un réel niveau de complexité ». Ces expressions témoignent non d'un refus, mais d'une croyance selon laquelle « on ne se trompe jamais lors d'une activité simple ». D'autres me disent les pratiquer « sauf en période de forte charge, faute de temps », présupposant le caractère facultatif de l'exigence ou la priorité du planning sur les enjeux de qualité.

Des experts en neurosciences, invités par les unités, proposent des éclairages sur le fonctionnement du cerveau humain. Ils s'appuient sur des exemples volontairement décalés, parfois de la vie courante, destinés à faciliter la prise de conscience des mécanismes d'erreurs possibles. En effet, « la question n'est pas tant de savoir si on va se tromper mais quand et dans quelles conditions. Il s'agit donc de développer de nouveaux comportements pour capter une éventuelle erreur avant qu'elle n'ait des conséquences »¹ (cf. encadré).

La plupart des managers des deux parcs accompagnent les démarches PFI avec loyauté mais, faute d'une appropriation collective et homogène de la démarche, rencontrent des difficultés à porter un message clair vers leurs équipes. Les difficultés portent notamment sur le caractère systématique d'utilisation des PFI.



Surveillance de l'installation

Dans les unités d'ingénierie, le personnel doit accéder facilement aux bonnes données de conception. Or, il semble que la donnée est trop peu considérée comme un

actif commun (cf. chapitre 5). Cela conduit à multiplier les informations individuelles et entraîne des difficultés à garantir leur fiabilité et parfois des non-qualités, voire des reprises d'études. Chacun revendique l'importance d'avoir des données fiables mais peu sont prêts à utiliser un système d'information jugé trop lourd ou moins efficace que leurs propres bases de données.

L'apprentissage d'un nouveau comportement

Docteure en neurosciences, Isabelle Simonetto, distingue « quatre étapes incontournables dans l'apprentissage d'un nouveau comportement par un intervenant :

- le SENS : lui expliquer pourquoi. Est-ce suffisant ? Non.
- le SAVOIR-FAIRE : lui apprendre à faire. Est-ce suffisant ? Non.
- la CONSOLIDATION : lui demander de systématiser son geste. Le déclenchement du comportement va devenir automatique. Est-ce suffisant ? Non.
- le MAINTIEN DU BON GESTE : même consolidé, un comportement présente des failles occasionnelles, en général sanctionnées (par exemple, une personne qui traverse la route sans regarder est sanctionnée par un coup de klaxon de l'automobiliste). Dans la vie courante, l'erreur occasionnelle permet donc le maintien du bon geste. Est-ce envisageable dans les milieux à risques ? Par quels autres moyens maintenir les bons gestes ?

Par le portage **managérial**, notamment le **débriefing** qui, à lui seul, **revalide les 4 étapes**. Sans cela la boucle vertueuse est interrompue et tous les efforts réalisés le sont en pure perte !

Cette démarche produit la **COHÉRENCE** nécessaire à tout accompagnement du changement. »

L'IMPORTANCE DE L'ALIGNEMENT SUR LE SENS...

Dans certaines démarches de transformation, j'identifie des facteurs qui visent à ancrer en profondeur de nouveaux comportements parmi lesquels :

- l'appropriation des finalités (cf. encadré),
- l'adhésion à la manière de conduire la transformation,
- l'implication des salariés pour développer des outils adaptés à leur environnement,
- les formations pour acquérir de nouveaux savoir-faire et savoir-être,
- l'engagement formel des acteurs.

Je note aussi de la part des managers :

- un accompagnement sur le terrain dans une posture de renforcement positif²,
- des contrôles réguliers qui, en cas de constat de difficultés récurrentes ou de refus, peuvent conduire à interdire d'exercer une activité, voire d'occuper un poste.

¹ Isabelle Simonetto, docteure en neurosciences.

² Méthode utilisée pour créer, maintenir ou induire des conduites adaptées.

Ainsi, COLIMO¹ a respecté ces étapes, avec un accord sur les finalités, l'implication des salariés dès le début du projet, y compris pour optimiser les spécifications du logiciel, et l'association des parties prenantes aux aspects relatifs à la sécurité. Des formations et un fort accompagnement par des personnes du métier, les « Colimoteurs », ont favorisé son acceptation.

Le Management Hybride (Vincent LENHARDT - InterEditions)

« La question du sens est un défi majeur [...] : dans un monde caractérisé par l'incertitude et la complexité, c'est aux acteurs d'élaborer le sens qui leur permet de se projeter dans l'avenir. La complexité réside autant dans l'environnement extérieur que dans la vie de l'organisation, dont le changement devient la seule constante. Dans ce contexte où "le meilleur moyen de prédire l'avenir est de le créer", les entreprises ont besoin d'acteurs qui construisent par eux-mêmes le sens qu'ils donnent à leur travail. Une part essentielle du leadership en intelligence collective se focalise sur l'émergence de ce sens qui va permettre aux acteurs (*who ?*) de partager une vision commune de ce **par quoi** (*how ?*) et **pour quoi** (*why ?*) ils agissent individuellement et collectivement au-delà **du quoi** (*what ?*) la finalité opérationnelle. »

... ET DE LA COHÉRENCE DANS LA MISE EN ŒUVRE

Les formations sont essentielles car elles apprennent les bons gestes; elles sont aussi un lieu sécurisé où l'erreur est permise et, par sa correction, contribue à ancrer les bonnes pratiques. Pour ces raisons, j'insiste pour que les chantiers maquettes soient davantage utilisés.

Les évaluations en fin de formation doivent systématiquement porter sur l'application stricte des exigences. Or, j'observe en France que la mise en œuvre correcte des PFI sur simulateur ou dans les chantiers maquettes, n'est pas toujours requise pour obtenir l'habilitation. De même, la surveillance des formations par les managers ne porte pas suffisamment cette exigence. Cette absence d'alignement global explique en partie la mise en œuvre laborieuse d'une transformation, pourtant engagée depuis douze ans.

Pour les données de l'ingénierie, il manque souvent une adhésion de chacun à des règles communes qui visent à garantir la qualité des informations. Il paraît essentiel, par exemple dans le cadre de la transformation numérique, que le respect de ces règles fasse partie des fondamentaux du professionnalisme.

Que ce soit pour les PFI ou la fiabilité des données, les actions menées ont permis des améliorations. Il convient d'en accélérer le rythme, compte tenu de l'enjeu de diminution des non-qualités.

DE NOUVELLES MÉTHODES MANAGÉRIALES À DÉPLOYER

Engager une transformation suppose d'accepter un travail collectif et individuel de déconstruction d'une vision qui n'est plus adaptée et de modifier son modèle de pensée.

Les managers doivent d'abord, avec leur collectif de travail, s'accorder sur la finalité puis partager leurs façons de voir les choses (représentations) en intégrant les enjeux réciproques, analyser les conséquences associées et trouver des réponses aux difficultés exprimées. Une fois ces étapes franchies, la transformation peut commencer. Elle demande un effort de chacun pour adopter de nouvelles façons de travailler. Elle nécessite un accompagnement sur le terrain et une mesure des résultats obtenus.

FAIRE ÉVOLUER LES REPRÉSENTATIONS : L'APPORT DES REVUES DE PAIRS

Développer l'agilité d'une organisation suppose de savoir renoncer à « toujours faire plus de la même chose ».

Pour qu'un changement de comportement s'opère de façon pérenne, chacun doit faire évoluer ses représentations et son état d'esprit sur le domaine concerné. À défaut, seules des attitudes superficielles seront modifiées.

Les revues de pairs, dernièrement décidées par la direction du parc nucléaire français (cf. chapitre 2) pour diminuer les non-qualités de maintenance et d'exploitation, sont prometteuses et de nature à créer une rupture. Elles favorisent une prise de conscience, le partage d'expérience entre personnes du même métier et un rythme de changement soutenu. J'en constate les premiers effets positifs sur l'ouverture aux pratiques des autres : une exigence, même élevée, peut avoir déjà été mise en œuvre de façon pragmatique... dans le site voisin. En parallèle, un travail complémentaire mérite d'être conduit pour renforcer l'adhésion aux PFI, en précisant avec les salariés et les managers le sens associé à ces exigences, condition préalable à une modification en profondeur des attitudes.



Consignation d'un matériel

¹ Projet de modernisation des méthodes et pratiques de consignations, lignages et mobilité (DPN).

DÉPLOYER L'INTELLIGENCE COLLECTIVE

La démarche Parlons énergie est un exemple d'association du plus grand nombre aux orientations du Groupe favorisant l'émergence d'une intelligence collective.

La recherche de l'adhésion aux changements pourrait être l'occasion de l'émergence d'une nouvelle logique managériale : il ne s'agirait plus de « pousser les équipes à faire » mais de viser à promouvoir leur intelligence collective qui répond à des interactions complexes entre les acteurs. Trois conditions me semblent devoir être remplies.



Le management visuel

Une première est de créer des buts communs et partagés par chacun avec un niveau de confiance suffisant pour créer l'engagement. Cela signifie aussi que chaque acteur se sent concerné par la problématique de l'autre, « ma réussite réside dans celle de mon collègue », « je me sens coresponsable de la performance de l'équipe » car il y a un partage des finalités.

J'ai ainsi identifié des collectifs de direction solidaires, partageant des objectifs et une même ambition. Ces collectifs sont capables d'incarner et de partager avec leurs équipes des valeurs communes et des fondamentaux métiers. Si ces comportements sont visibles de tous sur le terrain, y compris des prestataires, alors ces collectifs sont ceux qui portent le mieux le changement.

Une deuxième condition vise à faciliter l'interaction entre les acteurs et des pratiques propres à favoriser l'émergence d'une conscience commune. De nombreuses initiatives, développées pour l'innovation et la simplification, recherchent le développement de telles interactions, qu'elles se nomment « Brasserie », « Marmite », « Chocolaterie », « Phosphore », etc.

Une troisième condition est de développer la responsabilité personnelle. Les Anglo-Saxons utilisent le terme *accountability* pour exprimer ce qu'il y a de plus profond en chacun dans l'appropriation des objectifs et l'obtention du résultat. Ce terme figure parmi les principaux attributs de la culture de sûreté tels que promus par WANO. Par exemple, au Royaume-Uni, le *safety message* organisé chaque jour sous la forme d'une question préparée par le niveau central, donne systématiquement lieu à un court débat avec des témoignages personnels y compris du directeur. L'objectif est de faire réfléchir, participer et

s'engager chacun. La manière d'opérer traduit un niveau d'engagement individuel marqué, favorable à l'adhésion du plus grand nombre par le caractère systématique et répétitif de cette pratique mais aussi l'exemplarité.



Nuclear Leadership Academy: 7 steps of Accountability

ACCOMPAGNER PAR LA FORMATION ET LE COACHING

Pour aider les managers et les salariés à prendre conscience des limites de leurs modes de pensée et de leur représentation d'un monde qui se transforme, un accompagnement est nécessaire.

La direction des ressources humaines du Groupe propose un dispositif d'accompagnement des futurs dirigeants avec des cursus de formation dédiés. Dans le même temps, je rencontre de nombreux managers de première et deuxième ligne (MPL et MDL) qui éprouvent des difficultés à mener les changements. Il me semble indispensable qu'ils bénéficient d'un accompagnement personnel, dans un cadre protégé. Des démarches de ce type existent dans quelques sites avec des actions de coaching collectif de groupes de MPL : un coach réunit régulièrement les managers à propos de situations managériales délicates. Ces sites travaillent plus particulièrement sur les comportements et postures à adopter en situation de non-respect des exigences. J'encourage une généralisation de ces approches.



Accountability: make it happen

J'apprécie aussi les actions de l'UGM (cf. [encadré chapitre 6](#)) pour accompagner les transformations en procurant un appui méthodologique. Celui-ci comporte un travail sur les convictions, les comportements des dirigeants et managers et les représentations. L'UGM aide aussi les entités qui le souhaitent à développer de nouveaux modes managériaux responsabilisant davantage chaque salarié et s'ancrant fortement dans les

réalités du terrain. Ainsi, on m'a présenté le programme de transformation d'Edvance (cf. [chapitre 7](#)) dont un des axes vise à développer le leadership des managers pour associer les équipes, faire évoluer les comportements et développer les fondamentaux des métiers. J'apprécie, que ce plan donne aux acteurs l'autonomie et la responsabilité nécessaires pour construire les modalités concrètes des transformations attendues.

MA RECOMMANDATION

Les managers jouent un rôle essentiel dans la réussite des nombreuses transformations du Groupe par leur présence sur le terrain, le portage des exigences et du sens, le renforcement des fondamentaux métiers. Je recommande aux directeurs de la DPNT, de la DIPNN et d'EDF Energy, appuyés par la DRH du Groupe, de professionnaliser et d'accompagner davantage les managers pour développer une intelligence collective et favoriser les transformations au plus près des acteurs.

5

RÉUSSIR LA TRANSFORMATION NUMÉRIQUE



Un centre de stockage de données d'EDF

Le développement des nouvelles technologies s'accélère dans les entreprises comme dans la vie quotidienne.

La transformation numérique est une formidable opportunité pour la filière nucléaire d'améliorer son efficacité et la qualité de ses réalisations.

Les changements associés vont bien au-delà de l'utilisation de nouveaux outils : ils impliquent tous les acteurs dans leur mode de travail, leurs interactions, leur culture.

DE NOMBREUSES ATTENTES

La transformation numérique fait partie du quotidien de chacun. Une multitude de nouvelles approches sont rendues possibles : mobilité (tablettes et smartphones), réalité augmentée, *big data*, *data analytics*, intelligence artificielle, fonctionnement en entreprise étendue, etc. (cf. encadré).

Les entreprises ne peuvent ignorer cette mutation, avec ses opportunités et ses pièges. Loin d'être une simple question

d'outils, elle est d'abord une rupture dans le mode de pensée des acteurs (cf. chapitre 4). Elle entraîne aussi des changements dans les compétences et rôles de chacun, les organisations et les interactions entre les intervenants.

Des données à jour, stockées en un seul endroit et facilement accessibles à tous ceux qui en ont besoin, renforcent la qualité, la sérénité, l'efficacité et ainsi la sûreté des installations. Il en est de même de la capacité à traiter des volumes considérables d'informations pour prédire des phénomènes et orienter, par exemple, la maintenance ou l'exploitation.

De nombreuses initiatives sont lancées pour développer l'approche numérique, depuis le plan stratégique CAP 2030 jusqu'à des actions locales, en passant par des projets d'envergure dans plusieurs directions du Groupe. Mes interlocuteurs de tous niveaux expriment des attentes fortes : simplification, amélioration de la performance, attractivité pour les jeunes. J'entends aussi de nombreux appels à une plus grande stabilité des organisations, des méthodes de travail et des outils.

Cela montre l'ampleur et la complexité des nombreux changements à mener.

Un peu de vocabulaire

Big data : gigantesque volume de données de nature diverse, textes, photos, vidéos, etc. produit depuis des dizaines d'années. Des capacités de stockage accrues et des outils d'analyse en temps réel de plus en plus performants offrent des possibilités considérables d'exploitation de ces informations.

Blockchain : technologie de stockage et de transmission d'informations. Il s'agit d'une base distribuée (non centralisée) et sécurisée de données dont chacun peut vérifier la validité.

Data analytics : utilisée dans de nombreuses industries pour améliorer les prises de décisions, cette démarche consiste à rapprocher un grand nombre de données brutes pour en tirer des conclusions et tendances qui n'auraient pas été perçues par les méthodes d'analyse usuelles.

Data lake : espace de stockage qui conserve une grande quantité de données brutes, dans leurs formats natifs, en vue d'utilisations futures.

Entreprise étendue : forme d'organisation évolutive, qui vise à développer une stratégie, des outils/méthodes et des référentiels communs avec les entreprises partenaires. Elle est facilitée par les technologies de l'information.

Intelligence artificielle : ensemble des théories et techniques employées pour réaliser des machines simulant l'intelligence.

IoT (Internet of things) : ensemble des objets connectés et des services obtenus en les reliant grâce aux technologies de l'information et de la communication.

PLM (Plant Lifecycle Management) : démarche, méthodes et outils pour une meilleure maîtrise, tout au long du cycle de vie, d'une installation, de ses données et exigences associées.

LA TRANSFORMATION NUMÉRIQUE DÉJÀ EN ŒUVRE DANS LE GROUPE

LE SDIN À EDF SA : UN TRANSITOIRE DÉLICAT POUR CHAQUE SITE

Le Système d'information du nucléaire (SDIN) est utilisé pour préparer les interventions dans les CNPE

(cf. chapitre 6), en remplacement de l'application Sygma. Il intègre un module de gestion documentaire.

Lancé fin 2006, le SDIN a été progressivement déployé entre 2010 et 2018. Le programme comprenait un lot d'accompagnement du changement. Pour autant, les sites, et pas seulement les premiers, ont rencontré des difficultés lors de son déploiement.

Les premiers CNPE ont vécu simultanément l'arrivée de l'outil, le début de l'AP 913¹, un fort renouvellement du personnel et parfois des changements dans l'organisation des services de maintenance. Cela a probablement amplifié les difficultés des transformations, de plus trop souvent perçues comme un « simple » changement d'outil.

J'entends beaucoup d'équipes de maintenance critiquer la qualité des données, voire l'ergonomie de l'outil. Elles attendent trop longtemps des mises à jour de gammes de maintenance ou des évolutions du logiciel. Chacun préférerait travailler avec « ses » propres données dans lesquelles il a confiance et qui intègrent l'expérience capitalisée par le site sur une trentaine d'années. De plus, beaucoup déplorent que leur métier perde une part de sa composante technique au profit d'activités informatiques.

L'objectif d'améliorer la qualité et la performance, en mutualisant les données et les méthodes, est généralement partagé, mais pas encore complètement atteint.

L'écosystème du SDIN est complexe, avec des interactions entre de nombreux acteurs :

- les entités nationales qui émettent les prescriptions,
- les structures palier (SP) chargées de mettre à jour la documentation mutualisée et les données associées,
- les CNPE, responsables de la qualité des modes opératoires, du grément des SP et de l'intégration des programmes de maintenance,
- les équipes communes rattachées aux entités d'ingénierie qui, sur site, programment et planifient les travaux de modifications.

En octobre 2018, la direction de la DPN a réaffirmé les principes de mutualisation des données et de centralisation de la production documentaire. Elle a décidé d'en renforcer le pilotage en créant une cellule nationale de coordination.

Lors du passage au SDIN, les sites connaissent une phase délicate d'optimisation des processus et de mise à jour des bases de données. Cela entraîne souvent des difficultés lors des arrêts de tranche. Au-delà de cette période d'apprentissage de 2 à 3 ans, je note les premiers effets positifs. J'en suivrai la progression en 2019.

AMS À EDF ENERGY : UN SYSTÈME OPÉRATIONNEL

Depuis 2003, le parc britannique utilise *Asset Management System* (AMS) qui s'appuie sur le même progiciel que

¹ Approche stratégique de la fiabilité des matériels à partir des retours d'expérience.

le SDIN. Il en utilise plus de modules : consignations, radioprotection, REX, pièces de rechange, etc.

Les réacteurs britanniques étant différents les uns des autres, la mutualisation des données entre sites n'est pas nécessaire. Chacun est donc responsable de ses propres bases de données et de leur qualité. Cependant, tous utilisent l'outil de la même manière, avec la même structure de données.

L'importance de la maîtrise des données, de l'outil et de ses évolutions est reconnue par tous.

Le personnel d'EDF Energy et les prestataires apprécient cet outil, bien intégré à leur travail quotidien, qu'ils utilisent depuis plusieurs années.

La manière dont les métiers utilisateurs ont été impliqués dans le développement et le déploiement en quelques années d'AMS constitue une bonne pratique.

SWITCH ET SMART : POUR LA PERFORMANCE DES INGÉNIERIES

Pour répondre à des exigences toujours plus fortes de compétitivité et de sûreté, la DIPNN se transforme (cf. chapitre 7). Le programme SWITCH porte le volet numérique de cette transformation. Il intègre la mise en œuvre de l'ingénierie système qui :

- vise à maîtriser les exigences *via* une structuration des données,
- s'appuie sur un système d'information de type PLM (cf. encadré) pour gérer les données, de la conception jusqu'au démantèlement.



Une équipe du programme SWITCH

Les instances de pilotage du programme réunissent des représentants de la DIPNN, d'Edvance, de la DIPDE, de Framatome et de la direction du projet HPC, soulignant la transversalité recherchée. J'apprécie également la volonté d'associer l'ensemble de la filière, dans le cadre du GIFEN. J'invite à renforcer l'ouverture du programme vers l'exploitant, qui sera utilisateur des données d'ingénierie.

Le choix de l'outil a été fait, en 2018, dans le cadre d'un partenariat de vingt ans avec le fournisseur du logiciel. L'équipe de pilotage du programme est en place.

¹ Référentiel technique de l'ingénierie.

² Equipements sous pression nucléaires.

Le principal enjeu de SWITCH est d'atteindre à terme une numérisation complète (modèle de données, processus métier, architecture du système d'information) sans compromettre les projets en cours.



Utilisation d'une tablette Cradle

La méthode SAFe (*Scaled Agile Framework*) retenue pour les développements et le pilotage de SWITCH, déjà utilisée par Enedis et la direction Commerce d'EDF, s'appuie sur la valeur apportée au métier. C'est une méthode Agile qui prévoit en particulier :

- d'adapter le périmètre des développements pour respecter la qualité, les coûts et les délais,
- de livrer les lots de manière cadencée, toutes les dix semaines.

Elle facilite la mobilisation des compétences métiers appropriées et l'adaptation rapide des fonctionnalités, évitant ainsi la découverte tardive des difficultés.

Les premiers modules doivent être livrés en 2019 dans les domaines EPR 2, Hinkley Point C, RTI¹ et ESPN².

SWITCH me paraît prometteur pour améliorer la performance de l'ingénierie. La réussite de ses transformations significatives passe par d'importants changements de culture des équipes (cf. chapitre 4).

Je note que la DIPDE a son propre programme de digitalisation, SMART. Dédié à l'ingénierie du parc existant, il embarque aussi les entités de la DIPNN fortement impliquées sur le parc existant, en particulier le CNEPE. Il est développé en cohérence avec SWITCH. De même, la DIPDE a lancé un programme de développement du système d'information des projets, SYNAPS, qui sera transverse à toutes les entités de la DPNT et de la DIPNN contribuant au Grand carénage.

DE NOMBREUX AUTRES DOMAINES

Les possibilités de partage et de traitement des données, offertes par les nouveaux outils, sont l'occasion, pour toutes les entreprises, de revoir leurs méthodes et d'améliorer leur performance.

Dans le Groupe, on m'a présenté de nombreuses initiatives prometteuses, par exemple :

- les outils portables, avec les applications e-DRT (cf. encadré) à la DPN, ou Cradle pour gérer les déchets radioactifs à EDF Energy-NG,
- le *big data* et l'intelligence artificielle, par exemple le *data lake* Espadon et ses centaines de téraoctets de données d'exploitation ou de maintenance, l'usine *data analytics* (cf. encadré), GECKO, qui vise à tirer profit du grand nombre de documents constituant le REX du nucléaire *via* un traitement automatique des langues,
- l'IoT (cf. encadré) avec des expérimentations pour récupérer facilement des informations de capteurs ou localiser des personnes ou des matériels,
- le fonctionnement en entreprise étendue, avec plusieurs initiatives dont l'accès des prestataires à e-DRT ou le développement de plates-formes dans le cadre du GIFEN pour partager des plannings, des documents et des données d'ingénierie,
- la généralisation de l'usage des données 2D-3D, dans les sites et en ingénierie, par exemple les jumeaux numériques des installations.

Pour beaucoup de ces initiatives, la R&D d'EDF joue un rôle remarquable en explorant de nouvelles approches, en collaboration avec les métiers.



Réalité virtuelle à la R&D

DES CONDITIONS DE RÉUSSITE

La transformation numérique est un des leviers de la transformation du Groupe, identifié dès 2015 dans CAP 2030.

UNE GOUVERNANCE D'ENSEMBLE...

En mai 2018, un COMEX dédié a construit avec les métiers la feuille de route du numérique dont le suivi et le contrôle sont assurés par le directeur des systèmes d'information Groupe. Dans le périmètre de chaque métier, une direction des systèmes d'information joue un rôle équivalent.

La qualité et la gestion des données sont un enjeu d'importance croissante au fur et à mesure du

développement du numérique. La politique Groupe de gestion de la donnée demande d'établir des catalogues de données. Elle définit un cadre de cohérence et les rôles délégués aux entités qui doivent la décliner. J'appelle à un effort particulier pour assurer des données fiables, cohérentes entre les différentes directions du Groupe et exploitables par les différents systèmes (SWITCH, SMART, etc.).

La réactivité des équipes support est une autre condition de réussite. La nécessaire priorisation de leurs interventions peut toutefois obliger les entités métiers à renoncer à certaines initiatives ou à développer des applications locales. Davantage de coordination entre les équipes de développement des différentes directions pourrait en améliorer la performance.

e-DRT : les dossiers électroniques de réalisation de travaux

Cette application vise à faciliter les interventions et en améliorer la qualité. L'intervenant accède directement depuis une tablette :

- à la séquence des actions à réaliser,
- aux informations importantes pour la sûreté et la sécurité (aide au *pre-job briefing*, REX des intervenants, parades).

Il dispose d'une assistance pour les relevés, par exemple, un contrôle du respect de seuils.

Il peut prendre des photos pour une meilleure traçabilité de son intervention.

L'application facilite aussi la communication entre les acteurs chargés des méthodes, de la préparation et de la réalisation des travaux.

Pour développer son système d'information et les traitements associés, le Groupe a besoin de s'appuyer sur des compétences très pointues et recherchées, internes et externes. Il faut garantir qu'il garde la maîtrise de ce domaine qui est un enjeu vital pour lui.

... ET DES MÉTIERS RESPONSABILISÉS

J'apprécie l'autonomie laissée aux métiers du nucléaire pour développer des initiatives locales dans le respect du cadre de cohérence du Groupe. Leur mutualisation est engagée à la DPN, à la DIPNN et à la DIPDE. Dans la mesure où ces initiatives sont pertinentes, j'encourage leur partage entre toutes les entités nucléaires du Groupe, y compris Framatome, en associant les prestataires.

Toutefois, j'observe lors de mes visites des applications similaires développées dans plusieurs sites. Si elles répondent aux attentes exprimées par une entité, il convient d'en assurer une bonne régulation, gage de mutualisation, pérennité, maintenabilité et qualité.

LA CYBER SÉCURITÉ

Les données techniques accumulées depuis des dizaines d'années constituent un capital exceptionnel dont il faut conserver la maîtrise et assurer la pérennité.

La facilité d'accès à un volume croissant d'informations répond à une demande forte. Il est tout aussi nécessaire d'en assurer la protection, avec des exigences proportionnées aux enjeux, notamment de sûreté. Je note que ces deux aspects, accessibilité et cyber sécurité, sont pris en compte par les équipes que j'ai rencontrées. J'incite à la plus grande vigilance dans un contexte de plus en plus menaçant.

L'usine *data analytics* pour la production

Cette plate-forme, créée en 2018, valorise les données des producteurs du Groupe *via* une approche fondée sur le *data analytics* et l'intelligence artificielle. Elle regroupe sur un plateau une vingtaine de personnes aux compétences informatiques, mathématiques et métiers pointues. Financée par les producteurs, elle dispose de moyens de stockage et de calculs performants.

Chaque cas d'usage, traité en 4 mois environ, se traduit par des rapports et des outils (d'expertise ou industriels). En 2018, l'usine a notamment traité les cas suivants pour le nucléaire :

- colmatage des générateurs de vapeur (anticiper l'évolution du phénomène par l'identification des facteurs influents et adapter les consignes d'exploitation),
- combustible et manœuvrabilité (prévoir le déséquilibre axial du cœur d'un réacteur par l'analyse des historiques de pilotage).

L'usine travaille déjà avec la DPN et EDF Renouvelables. Elle envisage d'associer la DIPNN, EDF Energy et Framatome à ses travaux et de traiter 20 à 25 cas par an.

UN CHANGEMENT DE CULTURE

Responsabiliser les dirigeants, les managers et leurs équipes à l'importance des données de leur périmètre est une étape essentielle des changements à mener (cf. chapitre 4). Le passage d'une approche où les documents papier sont la base de travail, de contrôle et

d'échanges à une approche *data centric* (centrée sur les données) nécessite de changer profondément les façons de travailler. Il faut considérer que la qualité des données dépend avant tout de la rigueur avec laquelle chacun les renseigne et les contrôle. Cette rigueur devrait être intégrée dans l'appréciation du professionnalisme de tous les acteurs.

Il est souvent difficile d'imaginer toutes les possibilités offertes par les nouvelles technologies. Il ne s'agit plus simplement de faire évoluer à la marge nos façons de travailler ni d'apprendre à utiliser un nouvel outil. Il s'agit de penser et de faire autrement, en s'adaptant à un contexte qui évolue en permanence. Ce changement culturel est plus difficile dans le nucléaire, en raison de ses constantes de temps longues et de ses processus complexes. L'apport de la R&D d'EDF qui travaille en amont sur des sujets novateurs, *blockchain* (cf. encadré) par exemple, est précieux afin d'identifier des solutions prometteuses et d'éclairer les métiers sur des possibilités futures.

Il convient de veiller à ce que les apports du numérique ne soient pas obérés par de potentiels effets négatifs, qui pourraient conduire à limiter les relations interpersonnelles ou à ne plus appréhender la réalité qu'au travers du virtuel.

Tous les managers rencontrés attendent beaucoup du numérique. Pour qu'ils contribuent efficacement à la transformation du Groupe, et pas simplement à l'utilisation de nouveaux outils, je recommande de développer leur « culture système d'information ». Pour prendre des décisions éclairées et accompagner efficacement leurs équipes, ils doivent en effet :

- être sensibilisés à l'importance de la qualité, de la gestion et de la protection des données,
- organiser le rapprochement de leurs équipes et des spécialistes pour construire ensemble des solutions performantes,
- être en mesure de se projeter dans l'avenir en imaginant de nouvelles organisations et méthodes de travail.

MES RECOMMANDATIONS

La réussite de la transformation numérique du Groupe passe par des changements culturels significatifs de tout le personnel. Je recommande aux directeurs de la DPNT, de la DIPNN et d'EDF Energy de développer la « culture système d'information » des managers.

Des démarches novatrices, et parfois similaires, de transformation numérique sont engagées en plusieurs endroits du Groupe. Je recommande aux directeurs de la DPNT, de la DIPNN et d'EDF Energy, en lien avec le directeur de la DTEO, de :

- renforcer la cohérence de ces approches,
- développer les synergies entre les entités, y compris Framatome.

Comme le groupe EDF, les prestataires sont concernés par les approches numériques. Je recommande aux directeurs de la DPNT et de la DIPNN de poursuivre les travaux engagés avec eux dans le cadre du GIFEN au bénéfice de la qualité des réalisations.

6

LE PILOTAGE DES PROJETS DANS LES SITES



Opération de maintenance

En France, la prolongation de l'exploitation des réacteurs nécessite un important programme de travaux.

Au Royaume-Uni, la poursuite de l'exploitation de certains AGR et la préparation de l'arrêt des autres entraînent aussi d'importants travaux, en particulier pour fiabiliser la chaîne de manutention du combustible.

Pour réussir, les deux parcs doivent s'appuyer sur des organisations internes et des processus solides et performants.

MIEUX INTÉGRER LA CULTURE DE PROJET

Disposer dans les équipes d'un environnement favorisant le développement d'une culture de projet est déterminant. Tous les sites des deux parcs ont créé des structures de projets pour piloter les activités de maintenance et de modifications (cf. encadré). Si le fonctionnement est efficace dans certains sites, d'autres doivent encore progresser. Deux points sont à travailler : la qualité de la préparation des interventions et le management de la performance, en s'appuyant notamment sur

des indicateurs pertinents et des outils numériques performants (cf. chapitre 5).

SE FOCALISER SUR LA QUALITÉ DE LA PRÉPARATION...

Un planning précis et fiable doit permettre de minimiser l'impact des travaux fortuits sur les autres activités programmées.

Au Royaume-Uni, la planification des activités tranche en marche (TEM) (cf. encadré) est engagée 30 semaines

à l'avance pour un planning stable et de qualité. Cette rigueur se retrouve aussi pour les arrêts de tranche (AT), préparés avec 24 mois d'anticipation, et dont les revues périodiques ont en particulier pour objet de limiter les changements tardifs.

En France, la planification des activités s'appuie sur des organisations similaires à celles du Royaume-Uni.

Les deux parcs complètent leur organisation avec des équipes réactives qui traitent les activités suite à un aléa pour en limiter l'impact sur le planning, contribuant ainsi à la qualité et à la sûreté. Au Royaume-Uni, à l'issue d'un benchmark avec la France, ces équipes vont être renforcées pour réduire le nombre trop important de travaux en attente.

Les projets (pluriannuel, tranche en marche et arrêt de tranche) sont aussi fortement impactés par les grands dossiers nationaux dont, en France, les modifications du Grand carénage. J'entends des commentaires sur le manque de qualité de la documentation de préparation et d'exploitation des modifications. Cette dernière, souvent réalisée tardivement, peine à intégrer les besoins des utilisateurs, notamment en France. Je constate un processus global de meilleure qualité lorsque les sites sont associés, depuis l'avant-projet des modifications jusqu'au retour en exploitation du réacteur.

Une solide culture de projet, appuyée par des acteurs expérimentés, est nécessaire pour assurer la solidité des choix techniques et mieux les prioriser. En particulier en phase de préparation, un cadencement doit être établi et respecté pour que les décisions soient prises au bon moment, sans pression temporelle inutile.



Ronde de surveillance

J'observe une trop grande valorisation des actions en mode « pompier », engagées de manière réactive pour rétablir une situation. Si ces actions sont parfois nécessaires, les chefs de projet devraient mieux valoriser les travaux de préparation de qualité, souvent menés dans l'ombre, et pourtant porteurs d'une réalisation plus sereine, solide et favorable à la sûreté.

¹ Asset Management System.

² Système d'information du nucléaire.

... ET SUR LES RÉSULTATS

Durant les 15 dernières années, en France et au Royaume-Uni, des efforts sur l'organisation, les compétences et les outils ont amélioré l'efficacité des projets. Je constate l'apport des outils informatiques AMS¹ et SDIN² (cf. chapitre 5) : ils contribuent à la standardisation des méthodes de travail et à la culture de résultat des intervenants. Ces évolutions sont de nature à favoriser une plus grande rigueur au quotidien.

La gestion des avances et retards de planning est un point clé. Je relève trop souvent un manque de précision dans le pilotage par les indicateurs, en particulier ceux contribuant à la qualité. Les sites qui mènent une démarche de communication et de responsabilisation à partir de tels indicateurs sont ceux qui réussissent le mieux. J'encourage un pilotage plus rigoureux basé sur des indicateurs mesurant l'avancement de la préparation de chacune des activités, au bénéfice de leur meilleure articulation.

Dans les deux parcs, les organisations standardisées favorisent les comparaisons entre sites et le partage d'expérience. Je constate toutefois en France un déploiement trop différencié des référentiels nationaux. Cela constitue un frein à la transformation de l'organisation et limite l'efficacité des services centraux à apporter l'assistance nécessaire aux sites. Au Royaume-Uni, une plus grande cohérence des organisations favorise des résultats plus homogènes.

Une partie des sites britanniques prépare la fin d'exploitation et une réflexion est en cours pour fusionner certaines activités et fonctions. De tels changements doivent se réaliser en conservant une organisation standardisée, gage de partage d'expériences et d'amélioration des résultats.

RESPECTER LES FONDAMENTAUX

Dans plusieurs sites, j'ai rencontré des équipes de projet performantes, multidisciplinaires et regroupées en un lieu unique. Pour chaque métier, les rôles sont précisés et les objectifs partagés. Une des améliorations concerne une meilleure intégration des sous-traitants. Cette dynamique collective est à généraliser à tous les sites.

AU ROYAUME-UNI, UN PLANNING TEM SOUVENT PERTURBÉ

Dans les AGR, la fiabilité de la chaîne de manutention du combustible (*fuel route*) pose régulièrement des problèmes de préparation et planification des interventions.

Huit réacteurs AGR sont conçus pour un rechargement en fonctionnement. Un décalage des dates de rechargement se répercute sur les activités du TEM. Dans certains sites, plus de 3 rechargements annuels sur 10 sont replanifiés moins de 10 semaines avant la date initialement prévue. Ces nombreux changements perturbent considérablement la préparation et la réalisation des activités du TEM. Une

meilleure coordination entre la maintenance, l'ingénierie de la chaîne du combustible et les autres fonctions du site est nécessaire pour améliorer la fiabilité des équipements.

Pour les six AGR dont le rechargement s'effectue à l'arrêt, je note que les arrêts sont menés conformément au planning. Ces résultats ont été obtenus, en quelques années, grâce à une bonne préparation entre services.

Lorsque des aléas doivent être traités dans un site ou dans le parc, les équipes *Event recovery teams* et *Fleet critical programme teams* peuvent être déployées. Au Royaume-Uni comme en France, ces équipes pluridisciplinaires sont très efficaces pour résoudre un problème dans un court laps de temps. Il est important de limiter cette méthode de travail au strict nécessaire pour ne pas obérer les ressources indispensables aux activités de préparation TEM et AT.

Intégrer de plus en plus d'activités dans les arrêts de tranche sans répercussion sur la durée reste un défi. Tout retard dans un arrêt de tranche a un impact sur le TEM. Les dépassements des durées des arrêts restent trop importants en 2018. La prolongation moyenne est de 25 jours.

Pour tirer les enseignements des retards de tâches élémentaires supérieures à 2 heures et en faire bénéficier le parc, j'encourage les équipes d'EDF Energy à utiliser l'outil de surveillance des chemins critiques récemment déployé.

Les projets Pluri/AT/TEM dans les sites

Pluri : dans chaque site des deux parcs, le projet pluriannuel élabore un planning des activités à réaliser sur 10 ans et le fournit, avec une anticipation de un à deux ans, aux projets TEM et AT.

AT : en France, le projet d'arrêt de tranche prépare et pilote les arrêts pour rechargement du combustible, les modifications des installations et la maintenance des équipements. Ce travail est réalisé sur une période de 9 mois avant le début de l'arrêt. Au Royaume-Uni, les objectifs sont les mêmes qu'en France mais le travail est réalisé dans une fenêtre de 24 mois.

TEM : le projet tranche en marche français pilote un cycle de travaux de maintenance, de modifications et d'essais de neuf semaines. Il est responsable de la construction et de la réalisation du planning, y compris les éventuels arrêts de week-end. Le fonctionnement au Royaume-Uni est similaire, sur un cycle de 30 semaines.

EN FRANCE, FLUIDIFIER LES INTERFACES

Les trois principaux projets de site (Pluriannuel, AT et TEM) doivent travailler ensemble pour mieux coordonner les activités au service d'une performance globale (cf. encadré).

Je constate que les trois projets ne dépendent pas toujours de la même structure, contrariant l'optimisation d'ensemble et l'appui par les entités centrales.



Préparation de consignation

De plus, les sites priorisent souvent l'affectation des ressources aux projets d'arrêts de tranche. Trop privilégier le moyen terme au détriment des court et long termes amène un risque de baisse de performances, en particulier de qualité.

Malgré une amélioration en 2018, la durée moyenne de prolongation des arrêts de tranche reste encore trop importante (13,4 jours de prolongation). Je note l'engagement d'une démarche établie sur des revues de pairs pour progresser.

La création de *task-forces* est le moyen utilisé pour traiter les urgences. Elles permettent de regrouper rapidement les compétences nécessaires en faisant aussi appel à l'ingénierie. Pour de nombreuses affaires, des résultats significatifs ont ainsi été obtenus. Je constate néanmoins une forte perturbation des personnes sollicitées dans les sites avec parfois un impact sur les projets. De plus, le nombre de problèmes émergents ainsi traités me paraît élevé, provoquant une surcharge des services centraux et des sites. J'invite de nouveau chacun à rester vigilant dans l'utilisation de ces *task-forces* très efficaces mais fort consommatrices de ressources métiers, par ailleurs nécessaires à la bonne conduite des projets.

Les sites sont à l'interface d'un environnement complexe avec des services centraux, qui demandent de nombreux reportings, et des services d'ingénierie, qui produisent parfois tardivement les éléments nécessaires à la bonne conduite de l'arrêt. De plus, ils rencontrent toutes sortes de difficultés logistiques telles que des pièces de rechange non disponibles ou des logiciels qui ne répondent pas complètement aux besoins des utilisateurs (cf. chapitre 5).

Concernant le Grand carénage (GK), l'interface entre les équipes projets des sites, les entités d'ingénierie et le GK est un exemple de réussite. L'équipe projet est de petite taille, ses responsabilités sont claires et partagées avec ses parties prenantes. La communication est fluide et les engagements précis. La coordination des activités assurée par le GK est un vecteur important de standardisation entre les sites.

GARANTIR LA DISPONIBILITÉ DES PIÈCES DE RECHANGE

Je continue à observer en France les mêmes insatisfactions concernant les pièces de rechange que celles évoquées dans mon rapport de 2017. La base de données (FTPDR) souffre toujours d'inexactitudes et les surréservations sont fréquentes par peur de ne pas disposer de la bonne pièce au bon moment.

Des cas de manques de pièces de rechange ont aussi été observés au Royaume-Uni.

J'appelais, en 2017, à un partage en France entre le niveau central et les sites autour d'une vision commune. Ce travail reste de mise, dans les deux parcs, pour rétablir la qualité des bases de données, traiter les problèmes de qualité des pièces de rechange et assurer des stocks suffisants.



Manœuvre de vanne

LES ÉQUIPES DES PROJETS

Pour maîtriser la sûreté, la qualité, le planning, les coûts, les interfaces, les sous-traitants, la communication, etc., les acteurs des projets doivent être formés, guidés, responsabilisés et contrôlés.

UN TRAVAIL À POURSUIVRE SUR LES ÉQUIPES

Il est important d'identifier les personnes ayant des aptitudes de pilote de projet et de leur transmettre, par la formation et l'accompagnement, les compétences nécessaires. Ces personnes qui travaillent dans des

organisations matricielles doivent disposer de quelques compétences essentielles : capacité de fédération, rigueur de pilotage, clarification des objectifs mais aussi être en position d'écoute pour intégrer au mieux des enjeux parfois contradictoires en préservant l'intérêt général. Ces capacités ne sont pas toujours naturelles.

J'apprécie les travaux menés par l'Université groupe du management (cf. encadré) pour déployer une culture de projet et accompagner les chefs de projet.

L'Université Groupe du Management (UGM)

Elle a pour missions de :

- contribuer au développement professionnel des dirigeants, talents et managers du Groupe,
- créer une culture managériale commune en formant aux fondamentaux du management,
- favoriser la transformation du Groupe.

Le pilotage de la performance, l'innovation, la conduite du changement sont des thèmes abordés explicitement dans les programmes de l'UGM. Au-delà de la définition et de la création de programmes de formations transversales, l'UGM accompagne la transformation de certaines unités.

Les métiers de projets font dorénavant partie du scope de l'UGM pour élargir la culture de projet dans le Groupe.

DES SAVOIRS ET SAVOIR-FAIRE À CONSOLIDER

En France, j'entends parfois critiquer la politique de trop grande mobilité demandée au personnel de certains métiers, par exemple planificateurs, préparateurs et chefs d'arrêts. Je rappelle qu'engranger expérience et savoir-faire et apporter de la plus-value aux projets nécessitent du temps.

À la suite des nombreux départs en retraite dans les services de maintenance, les ingénieries de sites ont été fortement sollicitées pour les appuyer sur des activités fortuites. Les équipes de maintenance ayant renforcé leurs ressources, il est nécessaire de laisser les équipes d'ingénierie se concentrer de nouveau sur leurs missions premières de fiabilisation des installations.

MES RECOMMANDATIONS

En France, le recours aux *task forces* est efficace pour traiter des problèmes fortuits mais leur usage devient trop fréquent et perturbe le fonctionnement des équipes. Je recommande aux directeurs de la DPNT et de la DIPNN d'en réguler le nombre.

En France, un turnover trop rapide de personnes clés dans les projets est préjudiciable à l'acquisition de savoir-faire dans un domaine qui en a grandement besoin. Je recommande au directeur de la DPN de veiller à l'équilibre entre expérience dans le poste et mobilité.

7

L'ORGANISATION DE L'INGÉNIERIE DU NOUVEAU NUCLÉAIRE



Direction technique de la DIPNN

L'ingénierie exerce des responsabilités importantes pour la sûreté des installations à la conception, durant l'exploitation et jusqu'au démantèlement.

Les évolutions de la filière nucléaire, des modes de conduite de projet et des méthodes d'ingénierie sont des opportunités pour améliorer la performance de l'ingénierie et la qualité de ses réalisations.

La réussite des transformations engagées par la DIPNN est essentielle pour l'avenir de la filière.

UNE INGÉNIERIE EN ÉVOLUTION

Tirant les enseignements des difficultés rencontrées dans les grands projets du parc et du nouveau nucléaire, le Groupe a décidé, en 2015, de renforcer significativement le pilotage des projets : nomination de directeurs de projet, chacun rattaché à un membre du COMEX, élaboration d'une politique de management de projets du Groupe, amélioration de la conduite opérationnelle des activités, etc. Pour les projets concernant le parc

français, le rôle de maîtrise d'ouvrage de la DPN a été renforcé, avec comme effet positif une plus grande responsabilisation de l'exploitant dans les modifications à intégrer dans les sites.

Cette première étape a vu la création de la DPNT et de la DIPNN, la mise en place de directions de projets : Grand carénage, Déconstruction et déchets à la DPNT, Flamanville 3 et EPR 2 (cf. chapitre 8) à la DIPNN. Les entités d'ingénierie de l'ex-DIN (Division ingénierie nucléaire)

ont conservé leurs domaines de compétences antérieurs mais leur rattachement a évolué. La DIPDE (Division de l'ingénierie du parc en exploitation, de la déconstruction et de l'environnement) a été créée et intégrée à la DPNT. Quatre unités de l'ex-DIN ont été rattachées à la DIPNN, tout en maintenant une part significative de leur activité au profit du parc.

En plus du renforcement du pilotage des projets, l'amélioration de la productivité de l'ingénierie est apparue comme une impérieuse nécessité. En 2017, je soulignais l'apport des premières équipes intégrées multidisciplinaires à la qualité et à l'efficacité.

En parallèle, l'enjeu d'optimisation de la filière nucléaire, notamment la perspective d'intégration d'AREVA NP, rebaptisé Framatome, dans le groupe EDF a conduit à poursuivre les adaptations d'organisation avec, en juin 2017, la création d'Edvance, filiale d'EDF (80 %) et de Framatome (20 %).

Depuis janvier 2018, la DIPNN s'organise en 3 directions de projet, 2 entités d'ingénierie, 4 directions opérationnelles et 4 directions centrales (cf. encadré).



Surveillance d'études au CNEPE

Les évolutions concernent tous les acteurs de l'ingénierie et modifient significativement leur façon de travailler et leur positionnement : davantage de responsabilisation, recherche d'une plus grande efficacité, nouveaux outils, nouvelles interfaces, etc. Le plan de transformation de la DIPNN s'appuie notamment sur le programme de transition numérique SWITCH (cf. chapitre 5).

Je note que les différentes étapes de la réorganisation se sont déroulées sans perturbation significative des projets en cours. J'observerai avec attention la manière dont les équipes de la DIPNN adhèrent aux transformations engagées et les effets de ces transformations sur la qualité des études et des réalisations.

EDVANCE : DES DÉBUTS PROMETTEURS

Cette filiale d'EDF et Framatome a été créée pour assurer le rôle d'EPCC¹ des îlots nucléaires. Elle porte des enjeux essentiels pour toute la filière nucléaire française :

¹ Engineering, Procurement, Construction, Commissioning : études, approvisionnement, montage, essais.

en assurer la compétitivité, sécuriser l'exécution des projets, pérenniser les compétences critiques, soutenir le développement international et le renouvellement du parc.

Sa montée en puissance s'est faite progressivement depuis mi-2017, au fur et à mesure de la signature de ses contrats pour les projets EPR 2, HPC puis Flamanville 3. Edvance contribue aussi à la préparation des réponses aux appels d'offres de nouveaux projets hors du Groupe. Elle est implantée dans plusieurs sites en région parisienne, à Flamanville, au Royaume-Uni et en Allemagne.

Ses équipes, plus de 2 000 ingénieurs et techniciens, proviennent de ses maisons-mères et de sociétés d'ingénierie partenaires, dans le cadre des sociétés en participation constituées pour chaque projet. Edvance peut aussi bénéficier de l'appui de ses maisons-mères via des conventions de service.

Les entités de la DIPNN

Avec plus de 4 000 salariés, la DIPNN porte l'activité d'ingénierie du nouveau nucléaire et contribue à l'ingénierie du parc en exploitation. Elle est organisée en :

- 3 directions de projet : Flamanville 3, Ingénierie de Hinkley Point C (HPC) et EPR 2,
- 2 entités d'ingénierie : Edvance et le CNEPE avec un rôle d'architecte ensemble pour l'îlot conventionnel, la source froide et les installations de site (parc et nouveau nucléaire),
- 4 directions opérationnelles :
 - la direction technique, chargée d'établir et maintenir les référentiels de sûreté et de conception pour l'ensemble de l'ingénierie nucléaire,
 - la direction industrielle, chargée de la maîtrise d'ouvrage de la politique industrielle nucléaire, de la surveillance de fournisseurs et du maintien de l'expertise dans le domaine des matériaux,
 - la direction support aux projets et transformation numérique, chargée du programme SWITCH, du pilotage du REX du nouveau nucléaire et des méthodes de conduite de projet,
 - la direction du développement chargée des futurs projets internationaux,
- 4 directions centrales : ressources humaines, coordination et conduite des transformations, finances et performance, communication.

UN AMBITIEUX PROGRAMME DE TRANSFORMATION

Edvance, créée à partir de différentes entités d'ingénierie préexistantes, a engagé un plan de transformation sur une durée de 18 à 24 mois, organisé autour de 5 axes :

- le mode de réalisation des projets avec les partenaires,

- la transformation de l'ingénierie et la digitalisation,
- le *knowledge management*, incluant REX et constructibilité,
- la transformation culturelle,
- les compétences d'EPCC.

Pour répondre aux objectifs des différents axes du plan, Edvance a confié à des responsables, chacun parrainé par un membre de l'équipe de direction, le soin de définir des dispositions concrètes. J'encourage cette démarche participative et j'apprécie l'appui apporté à Edvance par l'Université Groupe du Management pour accompagner ces transformations (cf. encadré du chapitre 6).

SIMPLIFIER POUR AMÉLIORER LA QUALITÉ

En 2017, je mentionnais les nombreuses attentes de simplification exprimées par les équipes. En 2018, on m'a présenté des interfaces plus fluides entre Edvance et Framatome pour les études des systèmes auxiliaires ainsi que les réflexions pour un fonctionnement optimisé en « entreprise étendue »¹ avec les partenaires internes et externes.

J'examinerai avec attention les apports du programme SWITCH (cf. chapitre 5) à la qualité des études et à l'optimisation des processus d'ingénierie.



Simulateur EPR chez Edvance

Concernant HPC, il me paraît important de simplifier les instances décisionnelles et les interfaces entre la direction du projet et l'ingénierie française. Il faudrait trouver un équilibre entre les responsabilités du client HPC et la délégation à Edvance de certaines décisions concernant notamment les échanges techniques avec les fournisseurs.

Le positionnement particulier d'Edvance, à la fois filiale d'EDF ayant des liens étroits avec la DIPNN et entreprise engagée par des contrats avec EDF, offre sans doute des opportunités de simplification et d'amélioration de la performance. En 2019, je m'intéresserai aux conclusions des réflexions de la DIPNN et d'Edvance sur ce point.

MAÎTRISER LES COMPÉTENCES ET LE REX

Il est indispensable que les maisons-mères d'Edvance organisent les mises à disposition de personnel répondant aux attentes de leur filiale, en qualité et en nombre, avec une vision prospective des besoins sur tout son périmètre.

¹ Organisation évolutive visant à développer une stratégie, des outils/méthodes et des référentiels communs avec les entreprises partenaires.

J'encourage aussi des parcours professionnels croisés entre Edvance, EDF et Framatome. De plus, pour que les sociétés d'ingénierie partenaires apportent à Edvance les compétences nécessaires, cette dernière doit leur fournir, avec suffisamment d'anticipation, une vision précise de la charge à venir.

Par ailleurs, dans les projets en cours, certaines des responsabilités EPCC d'Edvance ne lui sont pas confiées, par exemple la surveillance des fabrications ou les essais.

La prise en compte et la capitalisation du REX technique et organisationnel, dans tout le périmètre EPCC d'Edvance, sont une condition de réussite. Pour autant, les équipes, issues de sociétés différentes, mentionnent souvent des freins aux échanges en raison de difficultés dans la déclinaison des clauses de propriété intellectuelle et droits d'usage.

En 2019, je me ferai présenter les dispositions prises par Edvance, EDF et Framatome pour qu'Edvance dispose de l'intégralité des compétences requises par les projets en cours et en préparation.

DES SYNERGIES À DÉVELOPPER DANS LE GROUPE

La création d'Edvance et l'intégration de Framatome augmentent les forces d'ingénierie du Groupe. Pour améliorer leur performance et s'adapter au nouveau contexte, les entités de la DPNT et de la DIPNN ont engagé des programmes de transformation en déclinaison du projet CAP 2030 du Groupe.

RÉDUIRE LE CLOISONNEMENT

Des instances décisionnelles communes à la DIPNN et à la DPNT, comme le Comité des référentiels techniques (CRT) et le Directoire des réexamens de sûreté (DRS), permettent de prendre des décisions harmonisées entre les deux directions.

J'apprécie également que les unités de la DIPNN, au-delà de leur rôle dans les projets neufs, restent mobilisées pour le parc en exploitation. Cela facilite le maintien de compétences techniques de haut niveau, au bénéfice de tous les projets, et le partage du retour d'expérience, y compris celui provenant des CNPE. J'invite à maintenir cette implication, même si la charge du nouveau nucléaire augmente.

Cependant, j'observe encore trop souvent un fonctionnement en silo : des sujets, pourtant proches, sont abordés différemment par les entités concernées. C'est par exemple le cas des études de bâtiments des diesels, assurées par des entités différentes selon que le projet est destiné à un réacteur en construction (Edvance) ou en exploitation (DIPDE). Les organisations, les modes de pilotage des projets (indicateurs, reporting, responsabilités des acteurs), les choix d'options techniques ou les méthodes et outils pourraient être plus homogènes.

Une meilleure harmonisation entre l'ingénierie du parc et celle du nouveau nucléaire faciliterait le partage d'expérience, éviterait de se poser les mêmes questions et améliorerait la qualité des réalisations.



Essais sur des armoires électriques

DYNAMISER LE REX

Le REX joue un rôle essentiel pour la sûreté en identifiant des bonnes pratiques et en évitant de reproduire les erreurs. Il est d'autant plus efficace qu'il est fortement intégré. Les managers doivent s'assurer que leurs équipes capitalisent et utilisent le REX.

Les ingénieries du Groupe gagneraient en performance et en qualité de réalisation si le REX technique et organisationnel entre le parc et les nouveaux projets était plus fluide et le partage entre Framatome et EDF plus développé.

Le processus de REX mis en place par la DSPTN pour l'ingénierie et la réalisation des différentes phases des EPR semble pertinent et mérite une impulsion plus marquée.

PILOTER LES COMPÉTENCES

La maîtrise et le développement des compétences sont essentiels aux projets actuels et futurs. J'encourage la DIPNN et la DPNT à construire des parcours professionnels intégrant les entités de la DIPNN, Edvance et les entités de la DPNT (DIPDE, Ingeum¹ et les CNPE).

Les parcours internationaux, en Chine ou au Royaume-Uni, et les échanges avec Framatome contribueront aussi à pérenniser et développer les savoir-faire acquis pour les projets EPR.

Il est important de s'assurer que les Plans de développement des compétences couvrent tous les métiers de l'ingénierie, de la réalisation et du pilotage de projets nucléaires du Groupe.

En particulier les experts, par leur savoir, leur capacité d'innovation et leur culture de sûreté, sont une ressource essentielle pour éclairer la stratégie et les décisions du Groupe. J'apprécie que des travaux aient été menés pour expliciter les fondamentaux de l'expertise de l'ingénierie nucléaire (cf. encadré). Je suggère d'étendre l'approche à

Framatome, avec une attention particulière aux domaines d'expertise qui ne sont plus dans son périmètre mais dans celui d'EDF ou d'Edvance.

Les fondamentaux de l'expertise de l'ingénierie nucléaire

Un groupe de travail composé d'experts, de managers et de responsables RH de la DIPNN, de la DPNT et de la R&D d'EDF a réalisé un guide qui identifie sept fondamentaux regroupés en trois socles :

- la maîtrise du domaine technique et industriel :
 - maîtriser son domaine technique pour la sûreté et la performance industrielle,
 - être connecté aux industriels,
- la posture :
 - porter et défendre les intérêts d'EDF, convaincre et influencer,
 - travailler en réseau et mobiliser l'intelligence collective,
 - faciliter la prise de décision,
- l'animation :
 - développer les compétences,
 - stimuler l'innovation.

Pour chacun des fondamentaux, le guide fournit les attendus, les points clés principaux et des illustrations. Il sera intégré à la politique commune DIPNN-DPNT Compétences et expertise à l'ingénierie nucléaire.

LE CONTRÔLE INTERNE DE L'INGÉNIERIE À RENFORCER

L'amélioration de la productivité doit s'accompagner de progrès en termes de qualité et de maîtrise des activités d'architecte ensemblier. Je m'intéresse donc tout particulièrement aux entités de contrôle interne d'Edvance et de la DIPNN.

LA DACI D'EDVANCE

La direction autorité de contrôle indépendant (DACI), rattachée au président d'Edvance, fournit un regard indépendant sur la maîtrise des risques et la sûreté, apporte appui et conseil aux directions et projets sur l'application de la réglementation. Elle réalise des revues, pilote les risques et le contrôle interne et promeut la culture de sûreté dans la filiale. Je note qu'elle vérifie aussi certaines études.

Les principes fondateurs de la DACI me paraissent pertinents. En 2019, je me ferai présenter les résultats de ses actions de vérification et d'évaluation de sûreté.

Ses liens avec les entités homologues de l'ingénierie du Groupe méritent d'être renforcés.

L'organisation de la surveillance et du contrôle externe d'Edvance par EDF, en cohérence avec l'arrêté INB² pour les projets français, est à préciser.

¹ Ingénierie du thermique classique.

² Arrêté du 7 février 2012 fixant les règles générales relatives aux installations nucléaires de base.

LE DFISQ DE LA DIPNN

Le département filière indépendante de sûreté et de qualité (DFISQ) évalue périodiquement, sur mandat du directeur de la DIPNN, les directions opérationnelles, le CNEPE ainsi que les directions de projet. Il évalue aussi les équipes communes¹, qu'elles dépendent du CNEPE ou de la DIPDE. Il réalise des missions d'appui-conseil sur des thèmes particuliers : six concernant Flamanville 3 depuis fin 2017. En 2018, il a aussi participé à la première évaluation de la DIPDE en soutien de l'Inspection nucléaire de la DPN. J'encourage la poursuite de cette pratique qui apporte aux deux équipes un enrichissement mutuel favorable à la pertinence de leurs observations.

L'organisation interne du DFISQ a progressé et sa gestion prévisionnelle des compétences est satisfaisante au regard de son périmètre d'activités. J'apprécie le sérieux avec lequel il remplit les missions qui lui sont confiées.

Toutefois, je m'interroge sur son périmètre, qui ne semble pas couvrir l'ensemble de la DIPNN. Par exemple, il n'évalue pas les instances décisionnelles sous l'angle sûreté/qualité. Au-delà de sa maîtrise des évaluations pour lesquelles il a été mandaté, il lui est difficile d'avoir une vision globale des points sensibles sûreté/qualité de toute la DIPNN.

Le directeur de la DIPNN préside les restitutions des évaluations qu'il a demandées. Cependant, le DFISQ est positionné assez loin de ce dernier : il dépend du pôle performance et maîtrise des risques de la direction finances et performance.

Plus généralement, il convient d'approfondir la manière dont est assuré l'ensemble des missions de la filière indépendante de sûreté à la DIPNN (cf. recommandation du chapitre 2 et point d'attention page 7).

MES RECOMMANDATIONS

La maîtrise dans la durée des compétences d'Edvance conditionne sa réussite. Je recommande au directeur de la DIPNN de veiller à la mise à disposition, par EDF et Framatome, de ressources adaptées aux besoins de leur filiale, pour les projets en cours et en préparation.

La généralisation des meilleures pratiques, leur standardisation et le partage du retour d'expérience dans le Groupe contribuent à la qualité des réalisations. Je recommande aux directeurs de la DIPNN et de la DPNT de renforcer les synergies et les parcours croisés entre leurs entités, en intégrant Framatome et Edvance.

¹ *Équipes mixtes ingénierie-exploitation, chargées de réaliser les modifications dans les CNPE.*

8

EPR : LE PREMIER DÉMARRAGE



Le site de Taishan

La mise en service du premier réacteur EPR, à Taishan en Chine, est un succès. Le design du réacteur apporte des améliorations significatives de sûreté.

Cinq autres EPR en construction seront mis en service dans les prochaines années et d'autres projets sont en préparation.

Le retour d'expérience entre les différents exploitants d'EPR est indispensable à la progression de la filière nucléaire.

LES EPR EN CHINE ET EN FINLANDE

TAISHAN : UNE PREMIÈRE MONDIALE

Après la première réaction de fission le 7 juin 2018, la société TNPJVC, filiale de CGN¹ (51 %), EDF (30 %) et Guangdong Yudean Group Company (19 %), a poursuivi les essais et a augmenté progressivement la puissance du réacteur jusqu'à sa pleine puissance (1750 MW) fin octobre.

¹ China General Nuclear Power Corporation.

Ma visite de cette installation confirme les points forts suivants :

- des équipes d'exploitation chinoises professionnelles et très mobilisées,
- l'ouverture de CGN aux regards extérieurs,
- la fluidité de la transition entre construction et exploitation,
- le traitement des anomalies de mise au point, inhérentes à tout nouveau réacteur,

- l'état satisfaisant des installations,
- l'apport des équipes détachées d'EDF.

Le deuxième réacteur de Taishan devrait démarrer en 2019. Il bénéficie d'équipes déjà professionnalisées bénéficiant de l'expérience du démarrage du réacteur 1. J'apprécie la volonté de l'exploitant de prendre pleinement en compte les enseignements des événements de la construction et du démarrage, par exemple les départs de feu ou les arrêts automatiques.

L'EPR FINLANDAIS OL 3 : UN EXCELLENT NIVEAU DE FINITION

En 2018 à l'invitation de TVO¹, je me suis rendu à Olkiluoto 3. J'en ai apprécié l'excellent niveau de finition. Les rencontres avec les équipes donnent confiance de voir ce réacteur démarrer, après l'achèvement des essais et la prise en main de l'installation par l'exploitant.

HINKLEY POINT C : UN CHANTIER BIEN TENU

La réorganisation de la direction du projet en 2017 confirme son bien-fondé. J'ai observé une équipe soudée. Elle intègre des professionnels d'horizons culturels différents, aux expériences riches et complémentaires. La conduite du projet est claire et dynamique, concentrée sur la qualité et la tenue des jalons.

La préparation de l'exploitation est sous la responsabilité du directeur de projet, lui-même sensible aux réalités de l'exploitation. Cela devrait favoriser la coopération entre les équipes du chantier et le futur exploitant et faciliter la prise en compte de ses exigences.



Le chantier de HPC

Après l'autorisation de l'ONR, le coulage du radier du réacteur 1 a commencé à l'automne 2018 et celui de la station de pompage a aussi débuté. Le tunnelier, opérationnel à partir du premier trimestre 2019, va forer les tunnels d'amenée et de rejet des eaux. Les travaux de terrassement du réacteur 2 se termineront conformément au programme, début 2019.

¹ Teollisuuden Voima Oyj, producteur finlandais d'électricité.

Je note un chantier bien tenu, favorisant des résultats sécurité satisfaisants et une attitude des salariés respectueuse des règles. J'invite à une plus grande vigilance concernant les précautions à respecter lors du levage de charges par les grues (cf. chapitre 3).

Les études de détail, l'approvisionnement des équipements, les fabrications et leur surveillance ainsi que les montages électromécaniques sont les prochains défis de ce projet. L'organisation entre les entités d'ingénierie et la direction du projet HPC s'est améliorée mais demeure complexe (cf. chapitre 7). Cela pourrait notamment ralentir les prises de décisions de modifications du *design*.

FLAMANVILLE 3 : LA PRÉPARATION DU CHARGEMENT

UN PLANNING TRÈS TENDU

En 2018 d'importants jalons ont été franchis, dont la fin des essais à froid et la réussite de l'épreuve d'étanchéité de l'enceinte. Flamanville 3 prépare les essais à chaud, étape clé du démarrage. Je note à tous les niveaux un fort engagement des équipes.

En 2019, pour se préparer à l'arrivée du combustible, l'exploitant doit garantir que les processus répondent à toutes les exigences d'exploitation. En parallèle, il met en place les modalités de travail avec le CNPE de Flamanville 1&2.

Tous les montages n'étant pas terminés, le projet utilise des moyens provisoires pour réaliser les essais. Ces dispositions, habituelles à ce type de chantier complexe, doivent cependant être contenues en volume. À défaut, les équipes du chantier passent beaucoup de temps à construire des solutions temporaires pour franchir un jalon d'essais, puis à les démonter au profit des installations définitives. Des modifications sont aussi intégrées lorsque des matériels présentent des écarts d'études, de fabrication ou de montage (par exemple sur le circuit secondaire principal (cf. *infra*). S'y ajoutent les opérations de finitions et de mise en propreté nucléaire.

Ce processus complexe engendre une forte dépense d'énergie et peut s'avérer source de non-qualités.

Compte tenu de la complexité induite par l'enchaînement de ces phases, je recommande de porter la plus grande attention à fiabiliser un planning d'ensemble détaillé et à le partager avec les entreprises prestataires dont l'engagement doit être maintenu.

DES POINTS TECHNIQUES SENSIBLES

Ils font l'objet d'un partage et d'un bon niveau d'instruction entre la direction du projet et le futur exploitant. Certains points semblent cependant émerger tardivement, qu'il s'agisse d'anomalies de réalisation ou de résultats d'études. Il me semble utile, à ce stade du projet, de s'assurer que les résultats d'études ou les dossiers de fin de fabrication sont examinés sans attendre pour mieux anticiper les dispositions à prendre.

L'écart relatif aux soudures en exclusion de rupture du circuit secondaire principal (cf. encadré) est le plus significatif à ce jour. D'autres difficultés techniques nécessitent aussi un suivi rapproché. Les défauts de soudures ont été identifiés par les équipes de contrôle d'EDF, certes tardivement. Je relève néanmoins que, lors de l'instruction avec l'ASN, de nouveaux écarts ont été mis en exergue. J'invite à tirer tout le retour d'expérience de ces anomalies ainsi que des événements passés, par exemple les écarts de soudure des consoles du pont polaire, en particulier pour la surveillance et le contrôle.



Montage des équipements

UNE ORGANISATION QUI S'ADAPTE AU CONTEXTE

Pour répondre aux difficultés rencontrées, la direction de projet simplifie son organisation et localise une partie significative de ses équipes sur le site de Flamanville 3 afin d'améliorer la sécurité, de réussir le chantier de réparation du CSP, d'optimiser les séquences du planning et d'augmenter les cadences de réalisation.

Un « lot finitions » a été créé afin de mettre à disposition de l'exploitant des équipements et installations conformes aux exigences. Je note cependant le volume important de non-conformités au moment où l'exploitant prend en charge les systèmes. Si les points sont consignés et priorisés selon les différents jalons de démarrage en accord avec le futur exploitant, il me semble important que le pilotage du solde de ces travaux soit renforcé.

Hormis les installations électriques, peu de systèmes ont été transférés à l'exploitant. Or le retour d'expérience des constructions dans le monde montre, notamment à Taishan, l'importance de lisser les transferts au fil du temps : cela permet à l'exploitant de prendre progressivement la responsabilité de l'installation, gage de sérénité et de qualité. L'engagement des équipes du chantier à respecter un planning de transfert, partagé avec l'exploitant, est indispensable pour favoriser cette prise en main progressive de l'installation.

UNE ÉVALUATION PAR L'INSPECTION NUCLÉAIRE (IN) DE LA DPN

À la demande conjointe de la DPN et du projet, Flamanville 3 a bénéficié d'une évaluation particulière

menée par l'IN. Celle-ci a identifié les domaines perfectibles dans la perspective du démarrage.

Une feuille de route (plan leadership sûreté) a été élaborée conjointement par l'exploitant et l'équipe du chantier. Elle vise à permettre au futur exploitant de préparer sa prise de responsabilité nucléaire en travaillant quelques points clés parmi lesquels :

- la définition de parties d'installations sur lesquelles l'exploitant exerce sa pleine responsabilité, avec les méthodes de travail et les référentiels de la DPN,
- des actions pour garantir l'absence d'introduction de corps étrangers dans les équipements,
- la prise en charge du rôle de directeur de crise et du plan d'urgence interne.

Les exigences d'exploitation indispensables au démarrage du réacteur seront progressivement appliquées selon un périmètre et un calendrier définis en commun par le projet et l'exploitant. Ainsi, au fur et à mesure du passage des installations en zone contrôlée, l'exploitant sera garant du respect des règles de radioprotection. Il prendra aussi progressivement la responsabilité de la maîtrise du risque incendie. De même, il requalifiera lui-même les matériels à la suite d'opérations de maintenance postérieures aux essais.

Les tuyauteries du circuit secondaire de Flamanville 3

Deux types d'anomalies ont été identifiés sur le circuit secondaire principal (CSP) du réacteur de Flamanville 3. Il est d'abord apparu que les exigences relatives à l'exclusion de rupture n'ont pas été respectées. L'exclusion de rupture signifie que la défaillance soudaine et brutale d'une tuyauterie est jugée suffisamment improbable pour que l'on n'en examine pas toutes les conséquences dans les études d'accident. Elle suppose donc des exigences particulières de fabrication et d'assurance de la qualité.

De plus, EDF a aussi mis en évidence, sur environ 30 % des soudures, des défauts qui n'avaient pas été détectés par les contrôles du fabricant ni la surveillance de premier niveau.

Le projet Flamanville 3 a établi un programme de caractérisation et de réparation soumis à l'approbation de l'ASN.

UNE ÉCOUTE DE LA FIS À DÉVELOPPER

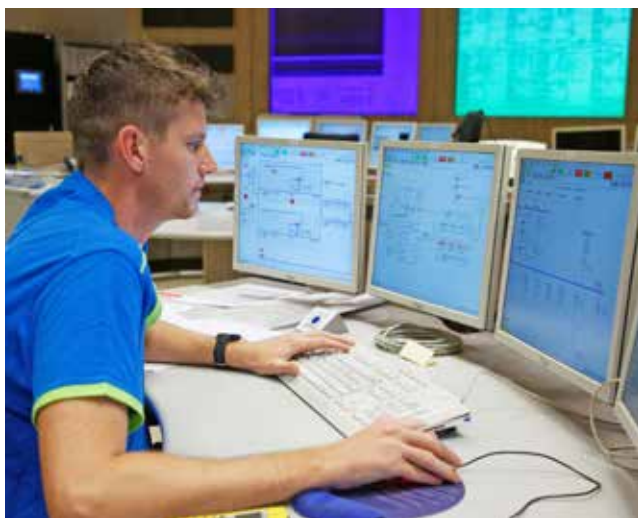
En 2016, je me réjouissais de constater une plus grande coopération entre les équipes du chantier et l'exploitant, avec notamment la création d'une FIS commune dont le rôle restait à détailler.

Fin 2018, il a été décidé de mieux associer les ingénieurs sûreté aux résultats d'essais ayant un impact sur la sûreté et des critères d'appels de ces derniers ont été définis. Pour que cette mesure trouve toute son efficacité, le projet et l'exploitant doivent assurer aux ingénieurs sûreté un niveau d'écoute suffisant. Il m'a, par exemple, été

rapporté un démarrage de matériel pour essais dans des conditions non optimales au regard du risque incendie. Je recommande donc de rendre plus robuste le processus de remontée d'information et de consultation de la FIS.

UN POSITIONNEMENT DE L'EXPLOITANT À RENFORCER

Je note une amélioration sensible du positionnement et de l'écoute du chef d'exploitation (CE) entre mes deux visites de 2018. Les CE pilotent dorénavant une réunion quotidienne avec l'ensemble des métiers et un représentant des équipes du chantier. Les priorités fixées sont respectées. La salle de commande est sous leur responsabilité, même si un travail de sanctuarisation de cet espace reste à mener.



La salle de commande de Flamanville 3

J'ai aussi noté une amélioration significative de l'état de la piscine du combustible, qui s'approche du standard du parc. Cette amélioration demande à être confirmée et étendue à l'ensemble des installations.

La capacité à assurer la maintenance des équipements avec les effectifs actuels mérite d'être vérifiée par le site et la direction de la DPN. Je suggère en outre de renforcer les équipes du CNPE avec des personnes ayant une expérience d'exploitation ou ayant participé aux essais de Taishan.

L'EPR 2 : LES PREMIERS GRANDS JALONS

Le projet EPR 2 vise à améliorer la compétitivité en prenant en compte le retour d'expérience des autres projets EPR, en simplifiant le design pour faciliter sa construction (cf. encadré) et en renforçant l'efficacité de l'ingénierie (cf. chapitre 7).

Fin 2017, après instruction par l'autorité de sûreté des évolutions proposées, la configuration technique retenue pour préparer le renouvellement partiel du parc nucléaire français a été définie. Elle intègre le retour d'expérience des EPR précédents et répond aux besoins de manœuvrabilité induits par un mix énergétique à forte composante d'énergies renouvelables intermittentes.

Les échanges conduits entre 2016 et 2018 avec l'ASN et l'IRSN confortent les simplifications apportées au design et permettront de disposer d'un référentiel de sûreté stabilisé.

Une nouvelle étape, démarrée en juin 2018, vise à bénéficier d'un effet de série (études, achats, expérience de réalisation) avec l'objectif d'engager la construction d'une première paire de réacteurs.

Le planning des différentes étapes intègre les exigences réglementaires (concertation du public, demande d'autorisation de création, rapport préliminaire de sûreté, etc.) qui cadencent les jalons des études détaillées et des travaux.

Je note une bonne dynamique dans la conduite de ce projet. Je porterai un regard attentif :

- aux interfaces entre l'équipe projet et l'ingénierie en veillant à ce que les objectifs de sûreté restent la priorité,
- à la place donnée à l'exploitant dans chacune des phases du projet, y compris pour identifier les données d'ingénierie nécessaires à l'exploitation et issues du système d'information SWITCH (cf. chapitre 5).

L'EPR 2

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

L'enjeu est de simplifier la conception et de renforcer la compétitivité du réacteur (amélioration de la constructibilité, standardisation des équipements, etc.). Cette volonté et le retour d'expérience ont conduit à réviser certaines options prévues sur l'EPR, par exemple :

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

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

CAPITALISER LE REX ENTRE LES EPR

Le retour d'expérience de Taishan va faciliter le démarrage des autres EPR. Ainsi les données collectées lors des essais physiques du cœur de ce nouveau réacteur font l'objet d'une analyse approfondie par TNPJVC, en concertation avec les équipes d'ingénierie

françaises, pour en tirer les enseignements et améliorer les modèles de calculs. L'exploitant a fait face à des arrêts automatiques dont le retour d'expérience est engagé et partagé avec les exploitants de Flamanville 3. Je salue cette attitude ouverte et responsable, à maintenir tout au long de l'exploitation.

À Olkiluoto 3, j'observe aussi des échanges entre AREVA et EDF SA, qui a mis quelques compétences à disposition du projet pour apporter son expérience d'exploitant. J'encourage TVO et les autres exploitants à renforcer

les liens déjà établis en vue d'un véritable partage international du retour d'expérience.

Grâce à l'appui des projets précédents, HPC peut bénéficier d'un REX significatif. J'invite ce projet à s'organiser pour cerner avec précision les difficultés rencontrées à Flamanville 3 et à Taishan, y compris en dépêchant dès à présent des ingénieurs expérimentés dans les principales phases d'essais. J'invite le projet HPC à se structurer pour assurer la capitalisation du REX et en faire bénéficier les futurs projets EPR et EPR 2.

MES RECOMMANDATIONS

La réussite des projets du nouveau nucléaire doit s'appuyer sur un retour d'expérience solide qui intègre la conception, la construction et l'exploitation, y compris les aspects organisationnels et les méthodes. Il doit aussi tenir compte de la diversité des clients et des montages contractuels. Je recommande aux directeurs de la DPNT, de la DIPNN et d'EDF Energy de se rapprocher pour renforcer la capitalisation et l'utilisation du REX par tous les acteurs des projets.

À Flamanville 3, un état de l'installation conforme au référentiel d'exploitation et la réussite du plan leadership sûreté sont des conditions nécessaires au démarrage en toute sûreté. Je recommande aux directeurs de la DPN et de la DIPNN de s'assurer du bon cadencement des actions d'amélioration engagées et de mesurer la montée en responsabilité de l'exploitant.

9

LE RAPPORT DE L'INSPECTION GÉNÉRALE DE FRAMATOME



Contrôle lors de la fabrication d'un assemblage de combustible dans le site de Romans-sur-Isère

Les activités réacteurs et combustibles d'AREVA NP, rebaptisé Framatome, ont rejoint le groupe EDF en janvier 2018.

Framatome couvre le périmètre combustible, ingénierie, projets, fabrication de composants, fourniture du contrôle-commande de sûreté et services aux réacteurs, en France et à l'international.

La plupart de ces activités ont des enjeux majeurs pour la sûreté.

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

LE MANAGEMENT DE LA SÛRETÉ

CULTURE DE SÛRETÉ : UNE PRIORITÉ RÉAFFIRMÉE

Assurer le plus haut niveau de sûreté et de sécurité passe par le développement d'une culture partagée couvrant les risques et les spécificités des nombreuses activités de Framatome.

Dans ce cadre, plusieurs actions ont été engagées en 2018 et la dynamique se poursuit en 2019.

Un séminaire a été organisé pour le *top management* avec la participation du directeur général de WANO. Il a également été décidé que tous les collaborateurs rejoignant Framatome seraient formés à la culture de sûreté.

L'Inspection générale (IG) a évalué, au second semestre 2018, la culture de sûreté de l'établissement Framatome Le Creusot, en associant des managers opérationnels expérimentés issus d'autres *Business units*.

UNE FILIÈRE INDÉPENDANTE DE SÛRETÉ RENFORCÉE

La politique de sûreté nucléaire de Framatome réaffirme la responsabilité de la ligne managériale des entités opérationnelles. Elle précise également le rôle de la filière indépendante de sûreté (FIS) : s'assurer de la mise en œuvre de cette politique et de l'adéquation des mesures aux enjeux.

La FIS comporte deux niveaux : le premier dans chaque établissement, *Business unit*, direction et *Corporate* ; l'IG constitue le deuxième niveau.

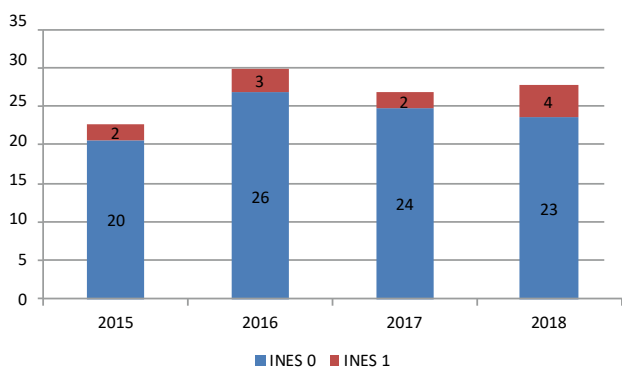
En 2018, la montée en puissance du premier niveau de contrôle s'est poursuivie avec, en particulier, la désignation des représentants de la FIS. Des critères d'évaluation de son fonctionnement ont été définis. Un premier bilan sera réalisé début 2019.

DES RÉSULTATS DE SÛRETÉ STABLES ET DES POINTS DE VIGILANCE

Aucun événement de niveau 2 ou plus sur l'échelle INES n'a été déclaré en 2018 tandis que 27 événements ont été déclarés dont 4 de niveau 1 et 23 de niveau 0.

À l'établissement de Romans-sur-Isère, 3 événements INES 1 et 5 événements INES 0 concernent la gestion du risque de criticité (masse de matière fissile) dans les installations ou lors d'opérations. Ils illustrent notamment la nécessité d'appliquer plus rigoureusement les procédures et les pratiques de fiabilisation des interventions (PFI).

En 2019, l'IG a retenu la maîtrise de la criticité comme thème transverse pour les sites nucléaires de Lingen et de Romans.



Évolution du nombre d'événements INES

DES RÉSULTATS DE RADIOPROTECTION SATISFAISANTS

Six événements de radioprotection se sont produits en 2018, dont 5 lors d'interventions dans des centrales nucléaires. Trois concernent des contaminations internes et externes et 3 autres relèvent du facteur humain (oubli du dosimètre, entrée involontaire en zone contrôlée par

¹ Entendu comme la maîtrise des risques industriels, notamment chimiques.

exemple). Trois de ces 6 événements impliquent des sous-traitants de Framatome.

L'Inspection générale de Framatome

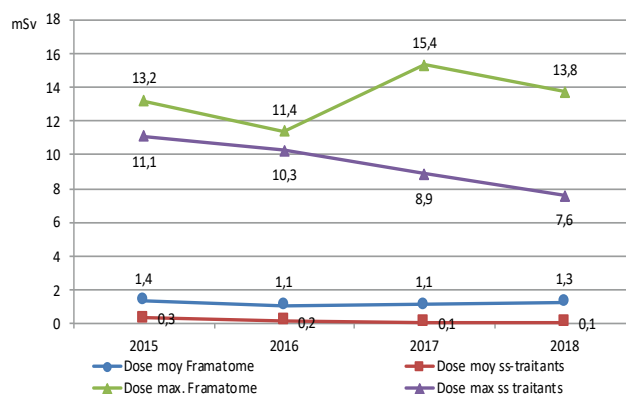
L'Inspection générale (IG) évalue pour le président du directoire de Framatome la robustesse de la sûreté nucléaire des entités opérationnelles, en France et à l'international.

L'IG exerce aussi un contrôle de deuxième niveau, indépendant des lignes managériales, sur l'ensemble du domaine 3SE (sûreté et radioprotection, sécurité industrielle¹, sécurité au travail et environnement).

L'IG, dirigée par un Inspecteur général, compte trois inspecteurs.

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 qui font l'objet de plans d'actions de la part des entités inspectées. Leur avancement est régulièrement contrôlé par des inspections de suivi.



Évolution des doses moyennes et maximales pour Framatome et ses sous-traitants

En 2018, la dose moyenne des salariés de Framatome s'est établie à 1,31 mSv, en légère augmentation par rapport à 2017 (1,15 mSv). Elle est de 0,09 mSv pour les salariés des entreprises extérieures, en diminution depuis 2014.

30 % des salariés de Framatome et 16 % des salariés des entreprises extérieures ont reçu une dose inférieure au seuil d'enregistrement (dose nulle). Les doses reçues sont majoritairement inférieures à 2 mSv : 73 % des salariés de Framatome et 98 % des salariés des entreprises extérieures.

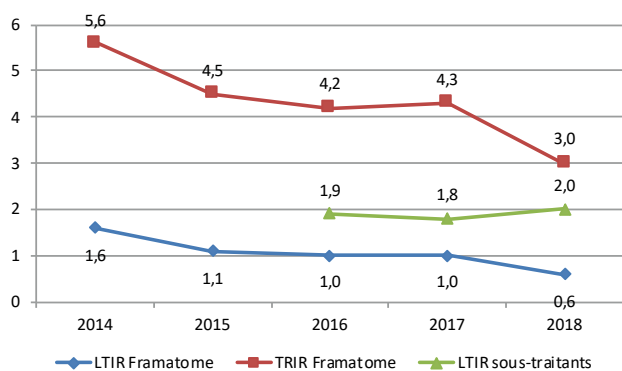
Le nombre de doses annuelles supérieures à 10 mSv diminue fortement (37 en 2018, 88 en 2017). La grande majorité des collaborateurs concernés (32), sont répartis également entre les États-Unis et la France, et exercent des activités de services pour les réacteurs. C'est également dans ces activités que la dose reçue est la plus élevée (13,8 mSv en 2018, 15,4 mSv en 2017). Les fluctuations constatées d'une année sur l'autre résultent

en partie de la nature des interventions, ce qui souligne l'importance d'un retour d'expérience efficace en matière de dosimétrie opérationnelle.

SÉCURITÉ AU TRAVAIL : L'IMPORTANCE D'UN ENGAGEMENT MANAGÉRIAL FORT

La sécurité au travail continue de s'améliorer pour l'ensemble des collaborateurs de Framatome. Ainsi, les objectifs 2018 ont été atteints avec un LTIR¹ de 0,6 et un TRIR² de 3. Ces résultats encourageants sont le fruit d'un engagement managérial fort, à tous les niveaux. Une attention particulière doit être portée aux sous-traitants dont le LTIR (2) reste élevé et en augmentation en 2018.

En 2019, l'IG prévoit d'inspecter une équipe déployée dans un CNPE sur la prévention des risques aux postes de travail.



Évolution des indicateurs de fréquence d'accidents

Au-delà de la baisse des taux de fréquence, l'éradication des risques mortels est prioritaire. Elle fait l'objet d'un programme particulier, *TOP 5 killers* (cf. encadré) déployé par toutes les *Business units*.

LES ENSEIGNEMENTS TIRÉS DES INSPECTIONS

En 2018, l'IG a réalisé 13 inspections thématiques et 8 inspections de suivi de ses recommandations. Une inspection réactive a été conduite à la suite d'un événement survenu fin 2017.

INSPECTION RÉACTIVE

Ce type d'inspection permet de compléter et d'approfondir les analyses de causes effectuées par les équipes locales et d'évaluer l'efficacité du traitement des événements.

L'inspection de 2018 a concerné un événement INES 1 de maîtrise de la criticité déclaré en 2017 par l'établissement de Romans-sur-Isère. Elle a constaté la qualité de l'analyse des causes réalisée par l'établissement. Elle a montré la nécessité de mieux prévenir le risque de corps migrants lors des opérations de maintenance et d'intégrer dans les procédures les pratiques usuelles autorisées.

¹ Lost Time Injury Rate : indicateur de fréquence des accidents avec arrêt de travail (sur 12 mois glissants).

² Total Recordable Injury Rate : indicateur de fréquence des accidents déclarés (sur 12 mois glissants).

INSPECTIONS MENÉES À LA DEMANDE DES AUTORITÉS DE SÛRETÉ

Aux États-Unis, en application d'une demande de l'autorité de sûreté (NRC), l'IG conduit chaque année deux inspections de l'établissement de Richland. Elles portent alternativement sur la gestion de crise, la radioprotection et l'environnement, le risque incendie, la gestion de la criticité, le risque chimique, la formation et l'entraînement du personnel.

En 2018, les deux inspections (criticité, radioprotection et environnement) ont conclu à une bonne maîtrise opérationnelle de ces domaines. Concernant la radioprotection, je souligne la nécessité d'améliorer la prévention du risque de contamination interne. Je recommande aussi de renforcer les échanges avec les établissements similaires de Framatome (Lingen en Allemagne, Romans-sur-Isère en France) dans les domaines du retour d'expérience et de l'expertise.

À ce titre, je constate avec satisfaction le déploiement à Romans-sur-Isère du concept *Human Perf Lab*, utilisé depuis plusieurs années à Richland pour améliorer la performance humaine, par la mise en situation de petits groupes de collaborateurs et de sous-traitants.

En France, de 2014 à mai 2018, l'établissement de Romans a fait l'objet d'une surveillance renforcée de l'ASN. Durant cette période, l'IG a réalisé tous les deux mois un contrôle de l'avancement du plan pluriannuel d'amélioration de la sûreté (PPAS) de l'établissement. Bien que la surveillance renforcée ait été levée, l'IG continue de suivre la tenue des jalons de sûreté des projets et plans d'actions.

Programme TOP 5 killers

Ce programme est basé sur une auto-évaluation des entités comparant leurs pratiques aux meilleurs standards de l'industrie lors de cinq types d'opérations à risque mortel : travaux en hauteur, opérations de lavage, maîtrise des énergies, équipements mobiles, espaces confinés.

Lancé en 2017, ce programme vise à une conformité aux meilleurs standards pour la mi-2020.

AUTRES CONTRÔLES DE SÛRETÉ ET RADIOPROTECTION DANS LES ÉTABLISSEMENTS NUCLÉAIRES

À Romans-sur-Isère, à Richland aux États-Unis et à Lingen en Allemagne, l'IG contrôle chaque année des processus et pratiques dans les domaines à forts enjeux : criticité, confinement, risque incendie et radioprotection. L'établissement de SOMANU était concerné par ces inspections jusqu'à son changement de statut en 2018 d'installation nucléaire de base (INB) à celui d'installation classée pour la protection de l'environnement (ICPE).

En 2018, l'IG a inspecté SOMANU sur le thème de la radioprotection. L'établissement répond aux exigences

réglementaires et développe la culture de radioprotection. Toutefois, une meilleure analyse des doses reçues pourrait améliorer le retour d'expérience, conformément aux principes de la démarche ALARA.

GESTION DES PROCESSUS DE SÛRETÉ

À Romans-sur-Isère, l'IG a conduit une inspection sur le thème du respect des engagements pris lors du réexamen de sûreté de l'INB 98. L'organisation en projet est adaptée aux enjeux. Compte tenu des échéances du solde des engagements (fin 2019), les délais de réalisation doivent être surveillés et analysés rigoureusement. Le retour d'expérience de cette organisation devra également être capitalisé.

Une inspection à la Direction technique et de l'ingénierie (DTI) a été réalisée sur le thème du traitement des situations anormales et du retour d'expérience. En dépit des évolutions profondes du périmètre d'activités de cette direction, l'inspection a mis en exergue une organisation adaptée à la détection et au traitement des non-qualités et de leurs précurseurs. Les causes profondes de chaque événement sont analysées. La prise en compte du retour d'expérience par les métiers des différentes divisions est structurée. J'encourage à renforcer la vérification de l'absence de récurrence des causes profondes ainsi que l'exploitation des signaux faibles.

RIGUEUR OPÉRATIONNELLE

La capacité des entités à respecter les référentiels opérationnels est évaluée via l'analyse de la pertinence des comportements et des décisions en situation courante ou anormale ainsi que par l'examen de la qualité des enregistrements des activités. En 2018, les établissements de Jarrie et de Saint-Marcel ont été inspectés sur ce thème.

À Jarrie, l'IG a porté une attention particulière à la fabrication des éponges en zirconium. Le bilan de cette inspection est satisfaisant : qualité des enregistrements, réactivité du traitement des écarts et gestion efficace des compétences clés. Le contrôle de la production par un laboratoire dédié, une organisation qualité structurée et le processus de traitement des événements contribuent à la maîtrise de la qualité.

L'établissement de Saint-Marcel a engagé en 2018 un programme de renforcement de la culture de sécurité. Les premiers résultats sont prometteurs : pratiques opératoires et taux de fréquence s'améliorent significativement.

Dans tous les sites français de Framatome, la conformité réglementaire est suivie avec le même outil informatique qu'à EDF. Son déploiement demande aux établissements un investissement significatif mais doit être réalisé sans délai, compte tenu des gains attendus en termes d'efficacité et de traçabilité des non-conformités.

ÉVALUATIONS D'ORGANISATIONS DANS LES DOMAINES DE LA SÛRETÉ ET DE LA SÉCURITÉ

Au Creusot (cf. encadrés), l'IG a évalué la culture de sûreté, en s'inspirant de la méthodologie de WANO.

¹ Direction de la sûreté, sécurité, santé, environnement et protection.

Outre les membres de l'IG, l'équipe d'évaluation était composée d'experts de la direction 3SEP¹ et de deux managers d'autres *Business units*.

Bilan de l'année pour l'établissement Framatome Le Creusot

En 2018, Le Creusot a poursuivi son plan d'amélioration établi fin 2016, comprenant la réalisation de pièces test. De nombreuses actions sont achevées et intégrées dans le système de management de la qualité afin d'en garantir la pérennité.

Fin janvier 2018, Le Creusot a reçu l'autorisation de l'ASN de reprendre les fabrications des viroles de générateurs de vapeur pour le parc français.

Le site continue à renforcer la culture de sûreté à tous les niveaux, en multipliant les initiatives comme une journée annuelle dédiée à la sûreté et des visites de centrales nucléaires. Mise en place début 2018, la FIS réalise des évaluations de sûreté.

Le Creusot a lancé un programme de recherche et de développement qui vise à éliminer, autant que possible, la ségrégation carbone des produits forgés, en optimisant les procédés de fabrication.

L'analyse des constats recueillis lors des visites de terrain et de la trentaine d'entretiens avec des représentants de tous les niveaux montre une forte progression de la sensibilité à la sûreté grâce à :

- des formations associées à des visites d'installations nucléaires,
- une perception partagée des spécificités de l'industrie nucléaire,
- la pratique du management visuel,
- une plus forte présence des managers sur le terrain,
- l'apprentissage continu par le partage et la mise en œuvre du retour d'expérience.

Les axes d'amélioration, qui ont fait l'objet de plus de quarante propositions, concernent principalement :

- l'application des pratiques de fiabilisation des interventions,
- la mise à jour du référentiel documentaire,
- l'identification des événements récurrents,
- l'application des principes de sécurité au travail,
- la circulation de l'information.

À UGINE, l'IG a inspecté la sécurité au travail et le suivi du plan d'actions engagé après l'explosion du four n°4, en juillet 2016. Les dispositions retenues à l'issue de l'analyse de l'événement par Framatome et de l'expertise complémentaire par l'Ineris, ainsi que le renforcement de la gestion des situations accidentelles, en particulier la mise en place d'une procédure d'évacuation en moins de 5 minutes, améliorent substantiellement la sécurité des activités de fusion. Les modifications des installations et des procédés ont significativement réduit le couple gravité/probabilité du scénario d'accident chimique retenu dans l'étude de danger du site.

Le Projet Conformité Creusot Forge (PCCF)

En 2018, le PCCF a terminé la revue des dossiers des 3 754 pièces forgées à Creusot Forge. Chaque écart identifié a fait l'objet d'une analyse technique. Aucun n'a remis en cause la tenue en service des pièces. Les fiches d'écarts ont été transmises aux clients : 80 % des rapports de fin de fabrication des contrats en cours ont été mis à jour, les autres devant l'être en 2019.

Un dossier de synthèse des pièces installées dans le parc EDF a été élaboré pour chaque réacteur et transmis à l'ASN qui en a validé 53 sur 58, les autres étant en cours d'instruction.

Suite à la décision ASN du 15 septembre 2017 et à la demande d'EDF, le PCCF a réalisé la revue des dossiers de fabrication des 504 pièces moulées fabriquées à la fonderie du Creusot et installées dans le parc EDF. Cette revue s'est terminée en 2018 et n'a pas mis en évidence d'écart pouvant remettre en cause la tenue en service des équipements concernés. Le traitement des écarts identifiés est prévu début 2019.

Plus largement, je constate dans les sites que le suivi des engagements et des plans d'actions est perfectible. Sous l'impulsion de leur direction, les entités doivent hiérarchiser les actions et identifier les jalons, les livrables et les chemins critiques. Outre un traitement plus efficace des affaires, cette démarche contribuerait à développer l'analyse critique des risques dans chaque établissement.



Opérations de fabrication dans le site du Creusot

Les écarts identifiés lors des contrôles de conformité des machines et installations doivent faire l'objet d'une analyse de risques sur laquelle s'appuient les chefs d'établissement pour définir les dispositions de prévention et élaborer leur schéma directeur de remise en conformité. Je recommande de systématiser cette démarche.

Cette problématique complexe et à fort enjeu de santé et de sécurité a conduit à recruter un expert à la direction 3SEP pour assister les établissements.

SITUATION TENDUE DES EFFECTIFS

Dans mes inspections, je constate une situation tendue en matière d'effectifs, dans plusieurs établissements, notamment les plus petits, souvent les plus sensibles.

C'est le cas de l'établissement de Montreuil-Juigné où, après les départs volontaires de collaborateurs expérimentés, plusieurs postes restent vacants alors que les objectifs de production augmentent. En dépit de plans de recrutement significatifs, les compétences recherchées restent difficiles à trouver.

Au Creusot aussi, la gestion des ressources humaines est délicate, pour les recrutements et le développement de compétences pointues.

LE BILAN DES RECOMMANDATIONS

En 2018, l'IG a émis 38 recommandations réparties en trois grands domaines :

- rigueur opérationnelle (58 %), notamment capacité à respecter les référentiels,
- conformité réglementaire (18 %),
- traitement des écarts (24 %), notamment analyse et partage du retour d'expérience.

Cette répartition est cohérente avec la typologie des 93 recommandations en cours.

Les inspections de suivi ont permis la clôture de 37 recommandations.

Le plan d'actions de 2018, afin de réduire le nombre de recommandations de plus de 3 ans non complètement traitées, a permis d'en clore 35 %. Celles qui nécessitaient un contrôle *in situ* ont fait l'objet d'une visite de terrain de l'IG. Le comité exécutif suit les recommandations de plus de trois ans *via* un indicateur par *Business Unit*. Ces dispositions seront reconduites en 2019.

UNE COLLABORATION INDISPENSABLE AVEC LES AUTRES INSPECTIONS GÉNÉRALES

En raison de la similitude de certaines activités au sein du cycle du combustible, l'IG de Framatome a poursuivi sa collaboration avec celle d'Orano, dans le cadre d'une convention. Cette collaboration s'est traduite par des participations croisées d'inspecteurs à des inspections pilotées par chacune des Inspections générales et par un partage régulier du retour d'expérience. Elle se poursuivra en 2019.

L'entrée de Framatome dans le groupe EDF a renforcé la collaboration entre leurs Inspections générales. Ainsi, des visites conjointes ont été organisées. Cette collaboration m'a notamment permis de me familiariser avec le principe des visites réalisées par l'Inspection générale d'EDF et d'en mesurer l'intérêt, notamment pour améliorer la remontée des signaux faibles et la fréquence de passage dans les établissements. Sur cette base, l'IG a inscrit à son programme de 2019 plusieurs visites de ce type.

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
NUCLÉAIRES EDF ENERGY
FRAMATOME

TABLE DES ABRÉVIATIONS

LES INDICATEURS DE RÉSULTATS DU PARC NUCLÉAIRE D'EDF SA

N°	Indicateurs	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
1	Nombre d'événements significatifs pour la sûreté classés dans l'échelle INES (1 et plus), par réacteur ¹	1,17	1,17	0,91	1,55	1,19	1,14	1,16	0,98	1,12	1,28
2	Nombre d'événements significatifs pour la sûreté (INES 0 et plus), par réacteur	10,93	10,45	10,57	11,90	11,60	10,8	10,03	9,78	11,59	12,6
3	Nombre de cas de non-conformité aux STE, par réacteur	1,39	1,55	1,36	1,52	1,34	1,55	1,24	1,48	1,41	1,69
4	Nombre de non-conformités ² de configuration de circuits par réacteur	1,38	1,74	2,07	1,78	1,22	1,41	1,74	1,64	1,78	1,24
5	Nombre d'arrêts du réacteur, par réacteur (et pour 7 000 heures de criticité ³) • Automatiques • Manuels	0,71 0	0,69 0,01	0,50 0,05	0,55 0,03	0,59 0,03	0,53 0,07	0,66 0	0,48 0	0,38 0,04	0,31 0
6	Dose opérationnelle collective moyenne, par tranche en service (en hSv)	0,69	0,62	0,71	0,67	0,79	0,72	0,71	0,76	0,61	0,67
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 10 -	0 3 60	0 2 43	0 2 22	0 0 18	0 0 5	0 0 2	0 0 1	0 0 0	0 0 1
8	Nombre d'événements significatifs pour la radioprotection	102	91	92	114	116	113	109	117	131	170
9	Disponibilité (%)	78,0	78,5	80,7	79,7	78,0	80,9	80,76	79,6	77,1	76,5
10	Indisponibilité fortuite (%)	4,6	5,2	2,2	2,8	2,6	2,4	2,48	2,02	3,26	3,7
11	Taux de fréquence des accidents du travail avec arrêt (pour 1 million d'heures travaillées) (Tf) ⁴	4,3	4,1	3,9	3,5	3,3	3,2	2,7	2,8	2,2	2,3

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

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

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

4 Taux de fréquence DPN et prestataires.

LES INDICATEURS DE RÉSULTATS DU PARC NUCLÉAIRE D'EDF ENERGY

N°	Indicateurs	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
1	Nombre d'événements classés dans l'échelle INES (1 et plus), par réacteur	0,80	0,93	1,33	0,80	0,80	0,33	0,47	0,27	0,40	0,53
2	Nombre d'événements sûreté dans l'échelle INES (0 et plus) par réacteur ¹	5,47	5,60	4,7	4,6	5,1	4,5	7,40	9,6	6,07	5,73
3	Nombre de cas de non-conformité aux STE, par réacteur	0,13	0,60	0,33	1,67	0,67	1,53	1,00	0,80	0,60	0,53
4	Nombre de non-conformités ² de configuration de circuits par réacteur	0,13	0,60	0,33	3,07	3,33	2,80	2,87	3,07	0,93	1,60
5	Nombre d'arrêts du réacteur, par réacteur (et pour 7 000 heures de criticité ³)										
	• Automatiques	0,82	0,58	0,74	0,64	0,45	1,17	0,57	0,3	0,49	0,89
	• Manuels	1,44	1,68	1,22	0,84	1,03	0,62	0,19	0,42	0,37	0,20
6	Dose opérationnelle collective moyenne, par tranche en service (en hSv)										
	• PWR	0,337	0,271	0,537	0,037	0,386	0,365	0,048	0,544	0,296	0,100
	• AGR	0,100	0,018	0,084	0,063	0,034	0,074	0,067	0,021	0,020	0,050
7	• Nombre de personnes dont la dose est supérieure à 15 mSv	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	Nombre d'événements significatifs pour la radioprotection	31	43	43	50	27	27	18	20	10	23
9	Disponibilité (%) :										
	• Parc EDF Energy	71,0	65,7	72,0	78,0	78,9	72,1	77,30	83,0	81,6	76,1
	• PWR	87,4	45,6	82,5	89,2	83,0	84,1	100	82,0	83,8	89,4
	• AGR	69,8	67,1	71,3	76,3	78,2	70,2	73,7	83,1	81,2	74,0
10	Indisponibilité fortuite (%)										
	• Parc EDF Energy	13,2	19,6	13,0	8,9	6,9	10,7	2,3	5,1	5,0	3,1
	• PWR	0,9	54,3	3,4	9,9	0,2	0,7	0	0,1	0,0	2,2
	• AGR	14,0	17,1	13,7	8,7	7,9	12,3	2,7	5,8	5,7	3,3
11	Taux de fréquence des accidents du travail avec arrêt (pour 1 million d'heures travaillées) (Tf) ⁴	0,6	0,4	0,6	0,5	0,2	0,2	0,4	0,3	0,2	0,5

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

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

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

4 Taux de fréquence EDF Nuclear Generation et prestataires.

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

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

LES ÉTAPES INDUSTRIELLES DES UNITÉS DE PRODUCTION D'EDF SA

Année Mise en Service	Unité de Production	Puissance en MWe*	VD1	VD2	VD3	Année Mise en Service	Unité de Production	Puissance en MWe*	VD1	VD2	VD3
1977	Fessenheim 1	880	1989	1999	2009	1984	Cruas 4	915	1996	2006	2016
1977	Fessenheim 2	880	1990	2000	2011	1984	Gravelines 5	910	1996	2006	2016
1978	Bugey 2	910	1989	2000	2010	1984	Paluel 1	1330	1996	2006	2016
1978	Bugey 3	910	1991	2002	2013	1984	Paluel 2	1330	1995	2005	2018
1979	Bugey 4	880	1990	2001	2011	1985	Flamanville 1	1330	1997	2008	2018
1979	Bugey 5	880	1991	2001	2011	1985	Gravelines 6	910	1997	2007	2018
1980	Dampierre 1	890	1990	2000	2011	1985	Paluel 3	1330	1997	2007	2017
1980	Dampierre 2	890	1991	2002	2012	1985	St-Alban 1	1335	1997	2007	2017
1980	Gravelines 1	910	1990	2001	2011	1986	Cattenom 1	1300	1997	2006	2016
1980	Gravelines 2	910	1991	2002	2013	1986	Chinon B3	905	1999	2009	-
1980	Gravelines 3	910	1992	2001	2012	1986	Flamanville 2	1330	1998	2008	-
1980	Tricastin 1	915	1990	1998	2009	1986	Paluel 4	1330	1998	2008	-
1980	Tricastin 2	915	1991	2000	2011	1986	St-Alban 2	1335	1998	2008	2018
1980	Tricastin 3	915	1992	2001	2012	1987	Belleville 1	1310	1999	2010	-
1981	Blayais 1	910	1992	2002	2012	1987	Cattenom 2	1300	1998	2008	2018
1981	Dampierre 3	890	1992	2003	2013	1987	Chinon B4	905	2000	2010	-
1981	Dampierre 4	890	1993	2004	2014	1987	Nogent 1	1310	1998	2009	-
1981	Gravelines 4	910	1992	2003	2014	1988	Belleville 2	1310	1999	2009	-
1981	St-Laurent B1	915	1995	2005	2015	1988	Nogent 2	1310	1999	2010	-
1981	St-Laurent B2	915	1993	2003	2013	1990	Cattenom 3	1300	2001	2011	-
1981	Tricastin 4	915	1992	2004	2014	1990	Golfech 1	1310	2001	2012	-
1982	Blayais 2	910	1993	2003	2013	1990	Penly 1	1330	2002	2011	-
1982	Chinon B1	905	1994	2003	2013	1991	Cattenom 4	1300	2003	2013	-
1983	Blayais 3	910	1994	2004	2015	1992	Penly 2	1330	2004	2014	-
1983	Blayais 4	910	1995	2005	2015	1993	Golfech 2	1310	2004	2014	-
1983	Chinon B2	905	1996	2006	2016	1996	Chooz B1	1500	2010	-	-
1983	Cruas 1	915	1995	2005	2015	1997	Chooz B2	1500	2009	-	-
1984	Cruas 2	915	1997	2007	2018	1997	Civaux 1	1495	2011	-	-
1984	Cruas 3	915	1994	2004	2014	1999	Civaux 2	1495	2012	-	-

VD1 : 1^{re} visite décennale

VD2 : 2^e visite décennale

VD3 : 3^e visite décennale

(*) Puissance Continue Nette (PCN)

LES ÉTAPES INDUSTRIELLES DES UNITÉS DE PRODUCTION D'EDF Energy

Année de mise en service	Unité de production	Réacteur numéro	Puissance MWe RUP (1)	Date prévue de mise à l'arrêt définitif (2)
1976	Hinkley Point B	R3	480	2023
1976	Hinkley Point B	R4	475	2023
1976	Hunterston B	R3	480	2023
1976	Hunterston B	R4	485	2023
1983	Dungeness B	R21	525	2028
1983	Dungeness B	R22	525	2028
1983	Heysham 1	R1	580	2024
1983	Heysham 1	R2	575	2024
1983	Hartlepool	R1	595	2024
1983	Hartlepool	R2	585	2024
1988	Heysham 2	R7	615	2030
1988	Heysham 2	R8	615	2030
1988	Torness	R1	590	2030
1988	Torness	R2	595	2030
1995	Sizewell B		1198	2035

- (1) RUP (Reference Unit Power) : Puissance électrique de référence de l'unité de production déclarée par EDF Energy dans les transactions journalières, fin 2014.
- (2) Dates de mise à l'arrêt incluant toutes les décisions d'extension de la durée de fonctionnement, mises à jour en 2016 pour les réacteurs de Heysham, Hartlepool et Torness.

LES SITES NUCLÉAIRES D'EDF SA



Nombre par type	Réacteurs à Eau Pressurisés					UNGG	EL	RNR	Ingénierie
	300 MWe	900 MWe	1300 MWe	1450 MWe	1600 MWe (EPR)				
Construction ou Projet									
Exploitation									
Déconstruction									
Unité d'appui aux centrales									

LES SITES NUCLÉAIRES D'EDF Energy



Nombre par type	AGR	REP/PWR	EPR	Engineering centre
Construction ou Projet			4	
Exploitation	14	1		
Unité d'appui aux centrales				2

LES SITES DE FRAMATOME



TABLE DES ABRÉVIATIONS

A

AAR	Arrêt Automatique de Réacteur
AGR	Advanced Gas-cooled Reactor
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
CNPE	Centre Nucléaire de Production d'Électricité
COLIMO	Projet DPN visant à moderniser les pratiques et méthodes de consignation et lignage
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 métiers

DTEO	Direction de la Transformation et Efficacité Opérationnelle
DTG	Division Technique Générale
DTI	Direction Technique et de l'Ingénierie (Framatome)

E

EDT	Équipe Dédicée Terrain
EDVANCE	Filiale d'EDF (80 %) et Framatome (20 %)
EGE	Évaluation Globale d'Excellence
EIP	Élément Important pour la Protection des intérêts
EIPS	Équipement d'Intérêt Protégé pour la Sûreté
EMAT	Équipes Mutualisées d'Arrêt de Tranche
ENISS	European Nuclear Installations Safety Standards Initiative
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	Évoluer VERs une Entrée Sans Tenue universelle (Projet de reconquête de la propreté radiologique)

F

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

G

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

H

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

I

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

L

LLS	Turboalternateur d'ultime secours
LTIR	Lost Time Injury Rate

M

MAAP	Mission d'Appui et d'Assistance à la Performance (DPNT)
MARN	Mission d'Appui à la gestion des Risques Nucléaires
MDL	Manager de Deuxième Ligne
MEEI	Maintenir un État Exemple 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	Organisme Interne de l'Utilisateur (DIPNN)
ONR	Office for Nuclear Regulation (Royaume-Uni)
OSART	Operational SAFety Review Team (AIEA)

P

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

R

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

S

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

T

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

U

UFPI	Unité de Formation Production Ingénierie (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

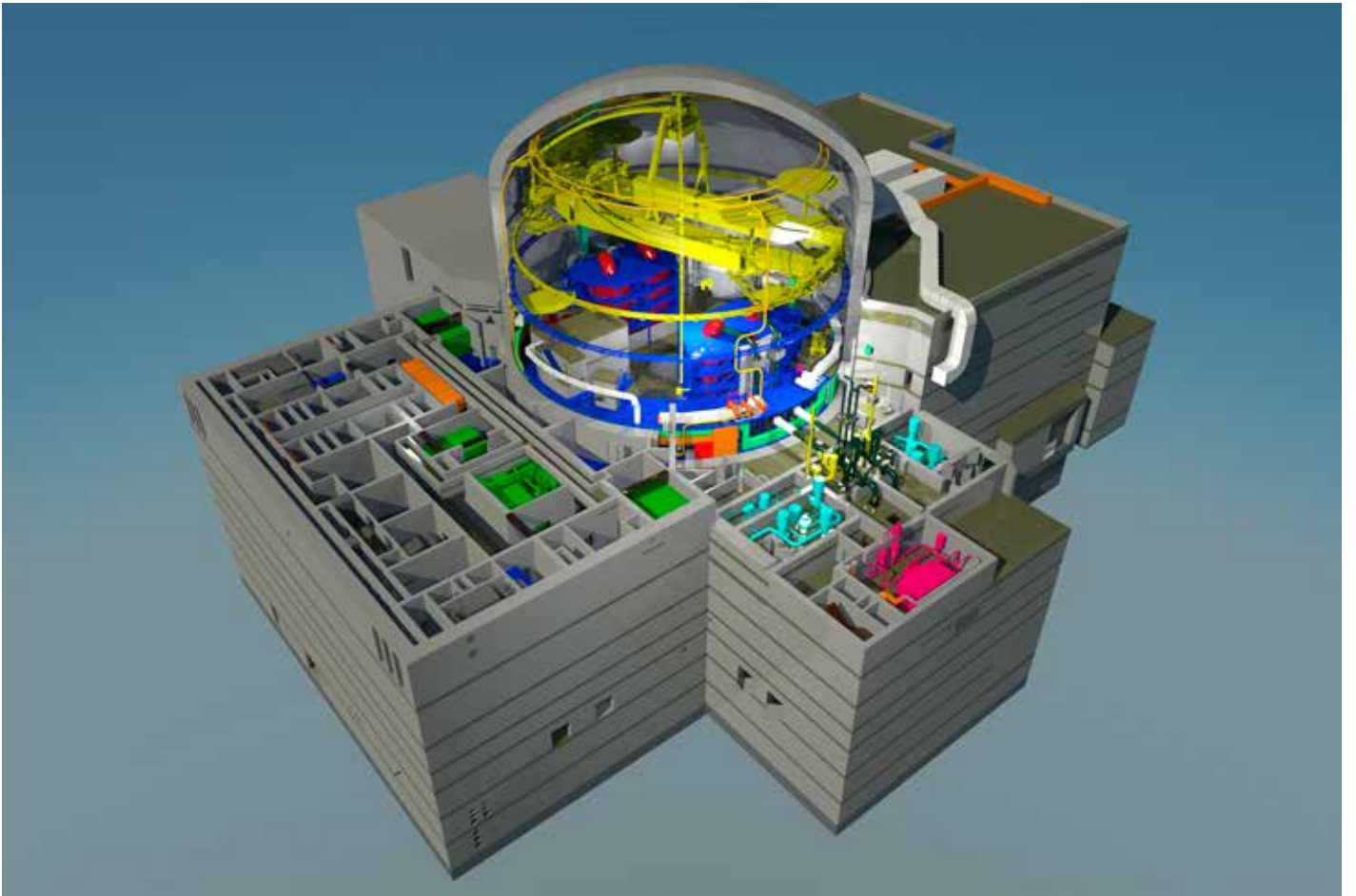
WANO	World Association of Nuclear Operators
WENRA	Western European Nuclear Regulators Association



John MORRISON, François de LASTIC, André PALU, Jean-Michel FOURMENT, Bertrand de L'EPINOIS

CRÉDITS PHOTOGRAPHIQUES

BONY / SIPA — SOPHIE BRANDSTROM — MARC CARAVEO — CNPE DE CATTENOM — SITE DU CREUSOT — EDF ENERGY — EDF MÉDIATHÈQUE — EDVANCE — FRAMATOME — CNPE DE GOLFECH — CENTRALE DE HARTLEPOOL — CHANTIER DE HINKLEY POINT — DIDIER MARC — ALEXIS MORIN — CNPE DE PENLY — ANTHONY RAKUSEN — CENTRALE DE TAISHAN — THANH HA BUI — CENTRALE DE TORNESS — UNIVERSITÉ GROUPE du MANAGEMENT.



L'EPR 2