Rapport de l'Inspecteur Général pour

la Sûreté Nucléaire et la Radioprotection

2017

EDF

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, 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, au sein du groupe EDF, contribue à la sûreté de ses 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 contextes réglementaires, les technologies, les tailles et les homogénéités des parcs sont différents.

Mon évaluation est établie sur les informations et les observations recueillies durant l'année, en France et au Royaume-Uni, auprès des équipes de terrain, lors de visites dans les unités et à l'occasion de rencontres avec les principales parties prenantes : managers, 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 et sur des échanges avec WANO[2] et les autorités de sûreté.

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 les chargés de mission, Jean-Jacques Létalon, Jean-Michel Fourment, John Morrison et Bernard Le Guen, qui n'ont pas ménagé leurs efforts, notamment lors de la rédaction de ce rapport.

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 24 janvier 2018

[1] *Équivalent britannique des CLI, commissions locales d'information.*
[2] *World Association of Nuclear Operators.*

SOMMAIRE

1	Mon regard sur l'année 2017	3
2	Les résultats de sûreté	9
3	Une priorité sûreté affirmée	15
4	La prévention des risques : rester vigilants	19
5	L'adaptation des Ressources Humaines	25
6	Le retour d'expérience : des approches contrastées	31
7	Des fondamentaux de conduite à réaffirmer	35
8	L'indispensable intégration des entreprises prestataires	39
9	L'ingénierie au service des parcs et des projets neufs	45
10	Les pièces de rechange : un domaine à réinvestir par les métiers	51
	Annexes	57

1 MON REGARD SUR L'ANNÉE 2017

Centrale nucléaire de Nogent-sur-Seine

UN NUCLÉAIRE MONDIAL QUI S'ADAPTE AU DÉVELOPPEMENT DES ENR[1]

Au plan mondial, 2017 n'a pas connu d'évènement notable lié à l'exploitation des réacteurs. Je retiens néanmoins les rejets importants, détectés en Europe, d'un élément radioactif (ruthénium 106). L'IRSN, institut de radioprotection et de sûreté nucléaire, exclut qu'ils proviennent d'un réacteur nucléaire et précise qu'ils sont, en France, « *sans conséquence tant pour la santé humaine que pour l'environnement* ». Au-delà de l'importance de cet événement, je souligne le manque de transparence lié à sa non-déclaration.

Le panorama du développement de l'énergie électronucléaire est contrasté :

- des investissements mondiaux en faveur des énergies vertes très supérieurs au nucléaire neuf, comme le souligne le *World nuclear industry status report* de 2017,
- aux États-Unis, la poursuite des mesures fiscales en faveur du nucléaire mais aussi les difficultés de Toshiba Westinghouse et l'abandon probable d'un des projets d'AP1000,
- en Chine, le démarrage de plusieurs réacteurs et les progrès des EPR de Taishan avec le succès des essais à chaud mais l'absence depuis deux ans de lancement de nouveaux projets,
- en Inde, l'annonce de la construction d'une dizaine de réacteurs de conception indienne et de plusieurs projets en coopération, notamment avec la France,
- au Bengladesh, le premier béton d'une paire de réacteurs,
- au Japon, le redémarrage mezzo voce des réacteurs dont cinq désormais en exploitation et huit qui ont réalisé leur revue de conformité,
- en Corée du Sud, la volonté de ne plus construire de nouveaux réacteurs, de ne pas prolonger l'exploitation au-delà de 40 ans, mais de finaliser les cinq réacteurs en construction,
- en Suisse, les deux votations de 2016 et 2017 conduisant à geler les nouvelles constructions, mais sans arrêt anticipé des réacteurs, si bien que la Suisse continuera à être nucléaire au-delà de 2040.

Au travers de ces annonces, je perçois un peu partout la recherche d'un nouvel équilibre reposant sur une complémentarité entre l'énergie nucléaire et les autres énergies décarbonées au service de la lutte contre le réchauffement climatique.

[1] *Énergies Renouvelables*

Dans ce contexte, WANO continue de promouvoir la sûreté. Cela se traduit notamment, lors des *Peer reviews*[1], par le contrôle de la prise en compte du design par les exploitants et la généralisation des CPO, *Crew performances observations* (cf. chapitre 7). Je note aussi l'accompagnement des nouveaux entrants nucléaires et des nouveaux sites ainsi que la création envisagée d'un centre à Shanghai.

QUELLE TRANSITION ÉNERGÉTIQUE ?

Dans cette recherche de complémentarité nucléaire-ENR, la France va mettre à jour en 2018 sa programmation pluriannuelle de l'énergie qui devrait couvrir la période 2019-2028. Cela aura une importance majeure pour EDF. Les nombreux débats, rapports, etc. me paraissent souvent marqués par des prises de positions dogmatiques. Les arguments en faveur d'un mix énergétique, qui resterait largement nucléaire, trouvent encore peu d'écho médiatique. Ainsi, le caractère décarboné de l'électricité nucléaire, son niveau de sûreté, sa capacité à compenser les variations quotidiennes et surtout saisonnières de la demande d'électricité (qui, rappelons-le, se stocke difficilement) sont peu mis en avant.

L'absence de ces arguments dans les débats est source d'inquiétude à EDF. Clarifier la stratégie nationale constitue un enjeu pour la motivation des équipes et l'attractivité du Groupe. En France et au Royaume-Uni, le personnel attend des scénarios qui s'appuient sur des calendriers réalistes permettant de planifier et d'organiser le maintien des compétences nécessaires en qualité et en quantité, à la fois pour la conception, la construction et l'exploitation. L'opération *Parlons énergie,* engagée par EDF en France début 2018, va dans le sens d'une expression des salariés propice au renforcement de la confiance autour de la stratégie du Groupe (CAP 2030).

Au Royaume-Uni, j'observe également des remises en cause sporadiques, notamment par les médias, du bien-fondé de l'engagement gouvernemental en faveur de l'énergie nucléaire en général et de Hinkley Point C (HPC), en particulier. Cet engagement reste néanmoins affirmé avec la volonté d'aller vers un mix énergétique comportant une part significative de nucléaire.

EDF FAIT FACE DANS LE GROS TEMPS

En France, l'année 2017 a été, comme 2016, fortement marquée par des difficultés techniques, en particulier la suite des affaires de ségrégation carbone, l'examen des dossiers non barrés (cf. encadrés) et de nouveaux aléas (cf. chapitre 2). L'exploitant et l'ingénierie ont assumé une importante charge de travail pour corriger les défauts et améliorer la sûreté. Ces actions sont à l'origine de fortes perturbations et de contraintes d'exploitation pour réaliser les contrôles, conduisant à des arrêts plus longs. Les équipes dans les unités et au niveau central ont fait face en organisant de façon réactive et efficace de nombreuses task-forces, associant l'exploitant et l'ingénierie.

Je salue cet engagement mais reste préoccupé par une situation de surcharge qui dure depuis au moins deux ans et joue sur la sérénité d'une partie du personnel. De plus, j'observe une moindre prise de recul des équipes et des managers dans leurs réflexions pour préparer l'avenir, pourtant nécessaires pour simplifier les organisations et pérenniser les résultats, notamment de sûreté. Les perturbations, dues aux événements de 2016 et 2017, vont se prolonger dans les prochaines années qui resteront chargées.

La cuve de Flamanville 3 et la ségrégation carbone

Une teneur en carbone dépassant la valeur attendue a été déclarée en 2015 dans des zones limitées de la cuve du réacteur de Flamanville 3. Ce phénomène, appelé ségrégation positive, est susceptible d'affecter la résistance mécanique de la cuve. Un programme d'essais très complet a été engagé pour vérifier sa tenue dans des conditions d'exploitation normales et accidentelles.
Le 10 octobre 2017, au vu des résultats des essais et du dossier transmis par EDF et AREVA NP[2], l'autorité de sûreté nucléaire (ASN) a considéré que cette anomalie n'était pas de nature à remettre en cause la mise en service de la cuve sous réserve de la réalisation de contrôles spécifiques lors de l'exploitation de l'installation. La faisabilité de ces contrôles n'étant aujourd'hui pas acquise pour le couvercle de la cuve, l'ASN a demandé à EDF de le changer avant fin 2024.
De plus, EDF et AREVA NP ont poursuivi jusqu'au début 2017 les vérifications de toutes les pièces forgées des circuits primaires des installations (en service ou en construction) qui pourraient comporter de telles ségrégations. Elles n'ont pas remis en cause l'aptitude au service des pièces considérées.

Les dossiers barrés et non barrés

Ce sujet, souvent confondu avec la ségrégation carbone, est de nature bien différente. Il s'agit d'irrégularités, parfois très anciennes, mises en évidence dans certains documents dits dossiers barrés de l'usine de Creusot Forge, qui a fabriqué la plupart des gros composants des chaudières nucléaires.
Ces dossiers ont été examinés un par un en 2016 par AREVA NP sous la surveillance d'EDF. Les irrégularités, très différentes par leur nature et leur importance, ont fait l'objet d'un traitement adapté.
En complément, un examen de tous les dossiers de fabrication de Creusot Forge (dossiers non barrés) a été engagé. Il se poursuivra jusqu'en 2018. Ces vérifications mobilisent plus d'une centaine de personnes d'AREVA NP et plusieurs dizaines de personnes d'EDF. Elles ont mis en évidence de nombreuses anomalies, sans pour l'instant révéler de problème important.

[1] *Évaluation par des exploitants d'autres installations nucléaires dans le monde.*

[2] *Dont l'essentiel des activités est, depuis janvier 2018, regroupé au sein de Framatome, filiale à 75,5 % du groupe EDF.*

Le contexte est tendu et je constate des réactions pour s'adapter et anticiper les difficultés.

En premier lieu, j'apprécie que la division production nucléaire (DPN) maintienne ses démarches de fond. En particulier, la préparation des travaux de maintenance selon une logique pluriannuelle est gage de performance de sûreté. En parallèle, la préparation des 4es visites décennales des réacteurs s'intensifie pour permettre, avec un niveau de sûreté proche de celui de la nouvelle génération de réacteurs (EPR), la poursuite de leur exploitation au-delà de 40 ans.

De même, l'efficacité du programme Grand carénage, notamment la qualité de son pilotage, me paraît de bon augure pour les 4es visites décennales des réacteurs 900 MW, un challenge majeur (cf. chapitre 9).

Dans le cadre des dossiers barrés et non barrés (cf. encadré), EDF a renforcé la surveillance des fabrications (cf. chapitre 8) pour mieux piéger de tels écarts.

J'ai constaté une bonne progression des chantiers du nouveau nucléaire, dont Flamanville 3. De plus, l'ingénierie poursuit sa réorganisation pour réussir Hinkley Point C et les réacteurs à venir, avec notamment la création d'EDVANCE, filiale d'ingénierie d'EDF SA et d'AREVA NP (cf. chapitre 9).

Hinkley Point C, qui sort de terre, est un chantier bien engagé par sa logistique et son organisation, avec en particulier une forte préoccupation pour la sécurité du travail. La réorganisation en cours de la gouvernance du projet facilitera les relations avec l'autorité de sûreté britannique et vise à améliorer l'interface avec l'ingénierie.

HPC : Ferraillage d'une galerie enterrée

Je note aussi qu'EDF cherche à se redonner des marges, au profit notamment de la sûreté, *via* le travail de sa R&D, par exemple dans la numérisation et le traitement massif des données au service des entités nucléaires du Groupe. J'apprécie son programme de recherche *Usine nucléaire du futur* : engagé avec l'exploitant, l'ingénierie et des prestataires, il est prometteur et évolutif grâce à ses briques technologiques. Ces innovations sont de nature à redonner confiance aux acteurs de la filière nucléaire.

LES RÉSULTATS

EN FRANCE

Les résultats sûreté sont singuliers. En effet, bien que 4 événements significatifs de sûreté (ESS) aient été classés au niveau 2 de l'échelle INES en 2017, alors qu'il n'y en avait pas eu depuis 2012, des progrès importants ont été obtenus dans plusieurs domaines.

Ces 4 événements (cf. chapitre 2), sans conséquence réelle sur la sûreté, sont liés à des défauts anciens, de conception ou de maintenance. EDF les a détectés lors des vérifications de conformité à la conception initiale réalisées pour les visites décennales, ou lors d'opérations de maintenance. Les équipes d'EDF ont prouvé une grande réactivité pour traiter ces événements et ont engagé, sur tout le parc, un travail de contrôle de conformité à la conception et un réexamen des programmes de maintenance. Ce travail de long terme passe par des revues méthodiques et une ré-interrogation des habitudes, y compris pour des sujets de conception.

Malgré ces 4 événements, les résultats de l'année 2017 sont bons, aussi bien en sûreté qu'en sécurité et en radioprotection. Ainsi, le nombre d'arrêts automatiques de réacteur n'a jamais été aussi faible (22 en 2017, 28 en 2016). Le taux de fréquence global des accidents, EDF et prestataires (Tfg), du parc nucléaire s'améliore nettement (2,2 en 2017, 2,8 en 2016). En radioprotection, la progression se poursuit pour la dose collective et les doses individuelles. Le nombre de départs de feu diminue. La tenue des installations (*housekeeping*) reste bonne malgré quelques essoufflements ponctuels.

Ces résultats sont atteints de manière transparente : le nombre total d'écarts remontés reste au niveau de 2016.

Cette progression encourageante vient récompenser les efforts importants engagés depuis deux ans. Je relève cependant des points qui méritent attention.

Ainsi je déplore, en 2017, un accident mortel par électrocution (cf. chapitre 4). Ce drame et les presque accidents observés en 2017 rappellent la nécessité de respecter les consignes. J'incite à redoubler d'efforts sur les situations les plus dangereuses : travail en hauteur, levage et risque électrique.

Pour la sûreté, je note, comme en 2016, trop de non-qualités : en exploitation avec une augmentation du nombre des non-conformités de configuration de circuits, et en maintenance avec des non-qualités entraînant des prolongations d'arrêts de réacteurs.

En matière d'incendie, je relève un accroissement du nombre d'événements, signe de faiblesses dans la prévention.

AU ROYAUME-UNI

Pour la sûreté, la sécurité du travail et la radioprotection, le parc britannique a obtenu en 2017 des résultats qu'il n'avait jamais atteints. EDF Energy tire profit de ses efforts

concernant le leadership et les méthodes. Ainsi, le nombre d'événements relatifs aux configurations de circuits baisse nettement et le Tfg est de 0,2. Mais il faut rester vigilant comme le rappellent les prolongations d'arrêts qui restent à un niveau trop élevé, l'augmentation du nombre d'arrêts automatiques et manuels de réacteurs, et deux chutes de hauteur potentiellement mortelles.

Je note le renforcement de la cadence des inspections du graphite dans les réacteurs AGR les plus concernés par des fissures. Ces inspections revêtent une importance croissante à mesure que se rapproche leur fin d'exploitation.

Centrale nucléaire de Sizewell B

J'apprécie le travail engagé par EDF Energy, sur le modèle français, pour améliorer la tenue des installations. L'écart entre les deux parcs se resserre même s'il reste du chemin à parcourir.

En raison de la stabilité des bons résultats du parc britannique, la période me semble propice pour préparer la transition entre les réacteurs AGR et les EPR de Hinkley Point C.

LES RELATIONS AVEC LES AUTORITÉS DE SÛRETÉ

La France et le Royaume-Uni disposent d'autorités de sûreté rigoureuses. Cela constitue un atout pour l'exploitation et l'ingénierie nucléaires.

EN FRANCE

Pourtant j'entends parfois à EDF SA s'exprimer de la lassitude vis-à-vis d'une autorité de sûreté nucléaire (ASN) jugée tatillonne, préoccupée des impacts médiatiques et juridiques de ses décisions et dont l'action conduirait à complexifier inutilement l'exploitation.

Je note en effet des difficultés persistantes dans les relations entre EDF SA et l'ASN et son appui technique l'IRSN, institut de radioprotection et de sûreté nucléaire. Les bonnes intentions achoppent trop souvent sur la capacité à construire ensemble des solutions simples.

Ainsi, l'évolution du décret Procédures (juin 2016) doit permettre de confier plus de délégations à l'exploitant pour les modifications des installations. Cette responsabilisation, très positive, mérite bien sûr d'être encadrée. Je crains toutefois que le dispositif en cours d'élaboration (dont je ne connais pas tous les aboutissants au moment d'écrire ces lignes) ne soit lourd et compliqué. Je me demande si l'autonomie octroyée n'est pas plus que compensée par les contraintes induites.

Cet exemple me paraît révélateur d'une habitude française à bâtir des édifices techniques et réglementaires intellectuellement satisfaisants, mais très délicats à mettre en pratique. Plus généralement, l'élaboration de nouveaux textes réglementaires ou dispositions doit être l'occasion de clarifier et de simplifier. Plus les textes sont complexes, plus ils sont difficiles à appliquer, plus ils seront à l'origine d'écarts, moins ils serviront la sûreté. Par exemple en radioprotection, la nouvelle réglementation risque de complexifier inutilement ce domaine.

De plus, l'application de tels textes complexes donne souvent matière à des interprétations divergentes qui peuvent conduire à une incompréhension de la finalité de la prescription. Cette dérive fait courir le risque d'un repli de l'exploitant qui, perdant sa capacité d'appréciation, se sentirait moins responsable et se limiterait à exécuter sans comprendre.

À mon avis, l'ASN et l'IRSN sont aussi des stimulants indispensables pour faire progresser l'exploitant sur de nombreux sujets. Ainsi, lors de certains événements de niveau 2 évoqués plus haut (ancrages des auxiliaires des diesels et corrosion des circuits d'incendie), le dialogue technique et la confrontation constructive entre EDF et l'ASN ont permis d'aboutir à des décisions et des actions équilibrées, au bénéfice de la sûreté. Je formule le vœu que la gestion de ces événements contribue à recréer la confiance mutuelle encore insuffisante.

AU ROYAUME-UNI

Dans la dernière décennie, le parc nucléaire d'EDF Energy (*Nuclear generation*) et l'autorité de sûreté (ONR, *Office for nuclear regulation)* ont réussi à rebâtir des relations de confiance. Le cercle est vertueux : l'ONR, très présente, laisse à l'exploitant sa pleine responsabilité pour prendre les décisions de sûreté et reprendrait la main, je pense, si celui-ci tardait à agir. Chacun est ainsi dans son rôle.

La situation semble moins favorable pour le nouveau nucléaire auquel l'ONR consacre des ressources importantes. L'intensification des échanges, rendue nécessaire par l'avancement du projet Hinkley Point C, devra être mise à profit pour créer une confiance qui n'est pas encore suffisante. La récente réorganisation de la gouvernance du projet (cf. chapitre 9) me semble un bon point de départ.

DES ORGANISATIONS DE CONTRÔLE INTERNE ROBUSTES

Je considère qu'en France et au Royaume-Uni les filières indépendantes de contrôle de la sûreté sont compétentes et écoutées.

En France la plus grande diversité des profils des ingénieurs sûreté des sites nucléaires leur permettra de mieux couvrir les différents domaines.

À la direction de l'ingénierie et des projets du nouveau nucléaire (DIPNN), la mission d'audit et d'évaluation (MAE) continue à jouer son rôle de filière de contrôle de sûreté. Il convient de veiller au maintien de son écoute et de son indépendance dans la réorganisation de l'ingénierie.

Je note la création chez EDVANCE, filiale d'ingénierie d'EDF SA et d'AREVA NP (cf. chapitre 9), d'une entité chargée du contrôle indépendant de qualité et de sûreté. EDVANCE devra articuler cette entité avec la filière indépendante de sûreté de la DIPNN.

Au Royaume-Uni, les équipes de l'INA (*Independant nuclear assurance*) rassemblent des personnes expérimentées, souvent d'origine externe à EDF Energy. Cela apporte de l'ouverture mais pose des difficultés ponctuelles de recrutement.

Les *Design authorities* garantissent une exploitation des installations conforme au design, y compris en cas de modifications. Ce dispositif, ancien au Royaume-Uni, fonctionne de manière satisfaisante. Pour le parc français, il monte en puissance depuis dix-huit mois. Compte tenu de la charge de travail, il importe de veiller au dimensionnement de ses équipes et à une priorisation de ses domaines d'intervention.

TROIS POINTS QUI MÉRITENT ATTENTION EN FRANCE

DES DÉMARCHES DE FOND À MIEUX ANCRER DANS LES PRATIQUES

En 2017, je note à la DPN et dans l'ingénierie que la sûreté reste une préoccupation majeure, au centre de toutes les démarches.

De nombreux plans d'actions liés à la sûreté ont été lancés et portent leurs fruits, à l'exemple du schéma de sécurisation des arrêts automatiques de réacteur engagé fin 2015 grâce auquel le parc est parvenu dès 2016, et plus encore en 2017, à un niveau jamais atteint. Ces bons résultats ont été obtenus grâce à un renforcement du pilotage.

J'ai aussi constaté, à l'occasion d'affaires complexes et du traitement des quatre ESS de niveau 2 déclarés en 2017, la capacité à réagir efficacement dans une logique de task-forces, à mobiliser les compétences, à s'appuyer sur une remarquable expertise technique.

Tous ces points constituent des forces du parc nucléaire et de l'ingénierie.

Cependant, même si la détection de ces ESS, liés à des défauts anciens de conception ou de maintenance, est à mettre au crédit de l'attitude interrogative des intervenants d'EDF, j'estime que le temps mis à les détecter est révélateur de faiblesses.

À côté de la progression des indicateurs, j'observe encore des difficultés et des signaux faibles récurrents. C'est le cas par exemple des non-qualités (maintenance et exploitation, études) et de la prévention incendie. Des démarches de fond ont bien été engagées mais elles ne semblent pas porter tous les résultats escomptés.

Intervention dans un tableau électrique

Ce manque d'efficacité tient à plusieurs causes, à commencer par le contexte chargé. Il conduit en effet à répondre à l'urgence en créant de nombreuses task-forces efficaces mais consommatrices de ressources et de temps, y compris de celui des managers de tous niveaux. Cet enchaînement, qui peut être à l'origine d'un cercle vicieux, obère une partie du travail de fond nécessaire à l'amélioration de la sûreté et susceptible de réduire le besoin de recourir aux task-forces.

Une autre cause tient à la complexité des transformations à réaliser pour changer les comportements. J'en veux pour preuve les méthodes de fiabilisation des interventions, le partage des bonnes pratiques entre les entités ou encore l'exploitation du retour d'expérience (REX), insuffisamment utilisés comme outils de progrès continu (cf. chapitre 6).

Il me paraît nécessaire de renforcer l'efficacité des démarches de leadership, en accompagnant en particulier les jeunes managers, de prioriser la présence sur le terrain en la centrant sur leur cœur de métier et de responsabiliser davantage les équipes à la définition et à l'atteinte de leurs résultats, notamment de sûreté. J'ai noté que plusieurs directions s'engagent dans cette voie qui me semble propice pour renforcer la culture de sûreté. Je les incite à poursuivre avec pragmatisme et à mieux associer les équipes de terrain.

COHÉRENCE ET INNOVATION, ENJEUX MAJEURS DE L'INGÉNIERIE

Depuis des décennies, EDF conçoit et réalise la grande majorité des réacteurs qu'il exploite. Le remarquable savoir-faire d'architecte ensemblier acquis par le Groupe lors de la construction du parc nucléaire français a souffert de l'absence de nouveaux projets. Dans ce domaine comme ailleurs, sans pratique suffisante, les compétences se délitent, ce qui explique en partie les difficultés

rencontrées dans la construction de Flamanville 3. Ainsi, EDF et ses fournisseurs se sont éloignés des récents outils et méthodes de conduite de projets complexes.

Tirant les enseignements de Flamanville 3, EDF continue de réorganiser son ingénierie avec notamment, en 2017, la création d'EDVANCE, filiale commune d'EDF SA et d'AREVA NP (cf. chapitre 9).

Outre un renforcement du pilotage des projets, je perçois d'importants changements dans les pratiques de l'ingénierie, par exemple le fonctionnement en plateau réunissant toutes les compétences autour d'un même objectif, en lien étroit avec les entreprises partenaires. J'apprécie le recours à des méthodes d'ingénierie innovantes et porteuses de gains potentiels importants (ingénierie système, *Plant lifecycle management,* etc.).

Déjà très impliquée dans ces innovations qui doivent permettre des gains de compétitivité, EDVANCE me paraît avoir vocation à en devenir le principal promoteur. Sa structure lui procure en effet souplesse et réactivité, en s'appuyant sur les ingénieries d'EDF et d'AREVA NP et sur les compétences de sociétés partenaires.

La réussite d'EDVANCE est une condition de la pérennité d'EDF comme architecte ensemblier. Ses premiers enjeux seront sa contribution au projet des deux EPR de Hinkley Point C au Royaume-Uni et aux études de conception d'un réacteur, destiné au renouvellement du parc français et à l'exportation. Il faudra veiller à une homogénéité des pratiques d'EDVANCE avec celles du reste de l'ingénierie du Groupe (DIPNN et DPNT) et à un partage suffisant des innovations.

RENFORCER L'INTÉGRATION DES PRESTATAIRES

Les spécificités des parcs nucléaires (saisonnalité de l'exploitation avec notamment des pics de charge lors des arrêts pour maintenance, lots décennaux de modifications, recours ponctuels à des techniques rares, etc.) et leur construction ont conduit EDF à réaliser lui-même les activités jugées stratégiques et à sous-traiter le reste. Les entreprises prestataires ont donc un rôle majeur dans l'atteinte des résultats. En sûreté, les non-qualités de maintenance concernent le personnel tant d'EDF que des prestataires (cf. chapitre 8). Le taux de fréquence des accidents du travail dépend également fortement de l'engagement des prestataires.

Développer une forte collaboration permet de partager les savoirs, savoir-faire, savoir-être dans une démarche gagnant-gagnant, chacun gardant ses responsabilités. La surveillance des activités et le contrôle financier exercés par EDF ne sont pas incompatibles avec une telle relation partenariale.

Usinage d'une tuyauterie par un prestataire

Le contexte influe beaucoup dans la construction sur le long terme d'une relation de confiance profitable aux deux parties. Les Britanniques sont aidés par un dispositif réglementaire moins contraignant et par des approches industrielles et achats très liées et tournées vers les attentes du terrain. En France, le fonctionnement est segmenté : politiques industrielles, processus achats, *contract management*, qualification et évaluation des fournisseurs, directions des projets, etc. La création à la DIPNN de la direction industrielle me paraît l'opportunité de renforcer la cohérence des différentes politiques.

Au Royaume-Uni, j'ai constaté une forte implication des prestataires, très engagés dans l'obtention des résultats, en particulier de sûreté et de sécurité, mais aussi dans l'optimisation des dépenses. Leur intégration est poussée : participation à une partie des instances de pilotage, forte écoute, contribution aux plans de transformation et au processus de progrès continu.

En France, j'ai observé de nombreuses actions allant dans le sens du rapprochement : séminaires de partage, simplification de la logistique, fonctionnement en entreprise étendue, etc. Cette intégration des prestataires doit encore être amplifiée au service des résultats, notamment de sécurité et de sûreté.

2 LES RÉSULTATS DE SÛRETÉ

Centrale nucléaire de Gravelines

En France, 2017 se caractérise par 4 événements de niveau 2 et la progression des autres indicateurs de sûreté.

Au Royaume-Uni, les résultats restent à un bon niveau, grâce à une démarche d'amélioration continue bien pilotée.

LE PARC FRANÇAIS : UNE ANNÉE SINGULIÈRE

Comme en 2016, le contexte a été marqué par des dossiers majeurs pour la sûreté : ségrégation carbone, dossiers barrés et non barrés, enceinte du réacteur de Bugey 5 arrêté pendant deux ans (cf. rapport 2016). Un site fait l'objet d'une surveillance renforcée de la part de l'ASN. Bien que 4 événements significatifs de sûreté aient été classés au niveau 2 sur l'échelle INES[1] (cf. encadré), alors qu'aucun ne l'avait été depuis 2012, des progrès importants ont été obtenus dans plusieurs domaines.

Ces 4 événements, sans conséquence réelle sur la sûreté, sont liés à des défauts anciens, de conception ou de maintenance. EDF les a détectés lors des vérifications de conformité à la conception initiale réalisées pour les visites décennales, ou lors d'opérations de maintenance. Même si la détection de ces événements est à mettre au crédit de l'attitude interrogative des intervenants d'EDF, j'estime toutefois que le temps mis à les détecter est révélateur de faiblesses.

Les équipes d'EDF ont prouvé une grande réactivité pour traiter ces événements et ont engagé, sur tout le parc, un travail de contrôle de conformité à la conception et un réexamen des programmes de maintenance. Ce travail de long terme passe par des revues méthodiques et une ré-interrogation des habitudes, y compris pour des sujets de conception.

Alors qu'en 2015 je m'interrogeais sur la dégradation des résultats concernant les arrêts automatiques et les départs de feu, je note les progrès réalisés en 2016 et plus encore en 2017.

Le nombre total d'événements par réacteur (11,59 en 2017 pour environ 10 les années précédentes) continue de traduire un bon niveau de transparence et le nombre

[1] *International Nuclear Events Scale.*

d'événements de niveau 1 ou plus augmente légèrement (1,21 événement par réacteur en 2017 pour 0,98 en 2016).

En 2017, de nombreux dossiers ont progressé, dont celui de l'ESPN, équipements nucléaires sous pression. Les résultats à ce jour témoignent d'un pilotage maîtrisé. Dans un autre domaine, le dispositif de la FARN (force d'action rapide du nucléaire) a confirmé sa pleine capacité opérationnelle, conformément aux engagements du Groupe. Il faudra s'assurer que le renouvellement de son personnel se déroule de manière satisfaisante (cf. chapitre 5).

Conséquence de la forte charge de travail de l'année, les arrêts pour maintenance ont été prolongés pour la plupart, avec un impact sur la sérénité du personnel. Les sites dont les organisations sont alignées sur les meilleures pratiques du parc s'en sortent globalement mieux.

Technicien sur le terrain

DES MOTIFS DE SATISFACTION

Le nombre d'arrêts automatiques de réacteur continue de baisser (22 en 2017, 28 en 2016, 38 en 2015), ce qui constitue le meilleur résultat de l'histoire du parc. Ce résultat s'appuie sur un schéma de sécurisation fermement porté depuis plusieurs années.

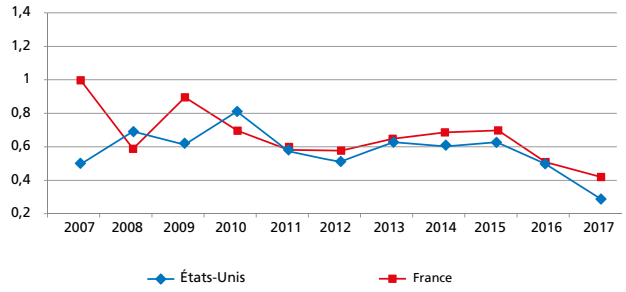
Le nombre d'événements concernant la qualité de maintenance baisse légèrement (189 en 2017, 199 en 2016). Après quatre ans d'augmentation régulière, cette inflexion doit être confirmée pour inscrire dans la durée les nombreuses actions d'amélioration engagées.

Je relève une légère amélioration en ce qui concerne les non-conformités aux spécifications techniques, dont la maîtrise de la réactivité.

Comme chaque année, les systèmes de sauvegarde ont d'excellents taux d'indisponibilité 0,00 % pour le RIS (injection d'eau de secours), l'ASG (alimentation de secours des générateurs de vapeur) et des diesels de secours.

De plus, la prise en compte des recommandations de l'Inspection nucléaire de la DPN (72 %) ainsi que des *Peer reviews* (plus de 90 %) et des SOER (entre 80 et 85 %) de WANO reste à bon niveau.

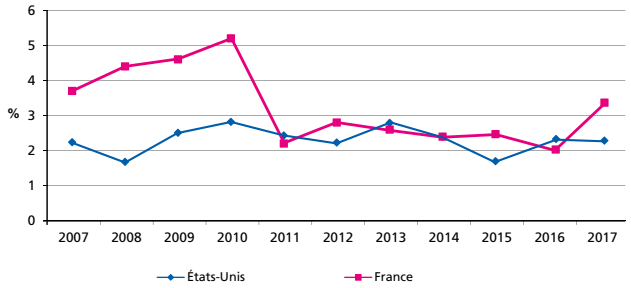
Dans un autre domaine, les attaques informatiques qui se sont produites dans le monde en 2017 n'ont pas eu de conséquence sur les sites nucléaires d'EDF. Elles doivent cependant inciter à rester mobilisé face à une menace évolutive et croissante. Plus généralement, je note des progrès dans le déploiement du programme pour renforcer la protection des installations.



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

DES POINTS DE VIGILANCE

Le nombre d'événements majeurs et marquants au regard de l'incendie est en hausse en 2017 (9 en 2017, 6 en 2016). Certains restent significatifs, comme l'incendie d'un bâtiment administratif. De plus, le nombre d'événements mineurs augmente de 50 % (98 en 2017, 66 en 2016). Je constate toujours trop de signaux faibles concernant la prévention (fuites d'huile, stockages inadaptés de produits combustibles, etc.). Je resterai attentif en 2018 à la prévention des incendies (cf. chapitre 3).



Comparaison des taux d'indisponibilité fortuite des parcs REP France et États-Unis

Les résultats relatifs à la qualité d'exploitation stagnent depuis quelques années, avec une légère dégradation en 2017. Le nombre d'événements par réacteur se situe dans une plage de 1,2 à 1,6 pour les non-conformités aux STE, spécifications techniques d'exploitation, et de 0,6 à 1 pour les écarts de lignages. Concernant ces derniers, je constate que, malgré l'engagement depuis trois ans d'un plan d'actions (notamment pour le respect du guide des lignages), ils restent trop nombreux. La plupart de ces écarts témoignent d'une difficulté persistante à transformer les intentions en bonnes pratiques sur le terrain, par exemple l'application rigoureuse des méthodes de fiabilisation (cf. chapitre 7).

Quatre événements de niveau 2 sur l'échelle INES

En 2017, 4 événements de niveau 2 sur l'échelle internationale INES ont été déclarés.

1 - Faiblesse de démonstration de la tenue au séisme des ancrages et des supports d'une partie des auxiliaires des diesels du palier 1300 MW et de certains réacteurs 900 MW.
Cet écart, détecté lors de contrôles du vieillissement des supports, a conduit à réexaminer les règles de l'art appliquées lors de la construction des installations qui se sont avérées insuffisantes. Les renforts nécessaires ont été posés.

2 - Non-garantie de la tenue au séisme des vases d'expansion du liquide de refroidissement des diesels de secours de deux réacteurs, due à leur corrosion.
L'écart a été découvert lors des contrôles complémentaires menés dans le cadre de l'événement précédent. Il met en évidence un taux de sondage insuffisant lors des contrôles périodiques réalisés auparavant. Les réparations ont été réalisées, et un contrôle complet des autres réacteurs effectué.

3 - Risque d'inondation des locaux abritant les installations de pompage de l'eau de refroidissement.
De la corrosion avait été découverte sur un tuyau d'incendie traversant ces locaux. Les conséquences, appréciées uniquement du point de vue de l'incendie, avaient été jugées acceptables par l'exploitant. L'ASN a demandé d'étendre l'analyse au risque d'inondation interne qui découlerait de la rupture, en cas de séisme, de ce tuyau, fragilisé par de la corrosion. Les contrôles ont été étendus à tous les réacteurs et à tous les circuits présentant ce type de risque. Les réparations prioritaires ont été effectuées et le solde des travaux sera réalisé lors des prochains arrêts pour maintenance.

4 - Tenue au séisme de la digue du canal en amont d'une centrale. Les études menées dans le cadre du retour d'expérience ont montré qu'une partie de cette digue, bien que résistant au séisme le plus fort historiquement rencontré dans la région, ne disposait pas des marges complémentaires requises par la sûreté. Les travaux de consolidation ont été très rapidement engagés.

Ces événements montrent que des marges progrès subsistent dans la conception, la réalisation et la maintenance des installations.

Je constate aussi que, pour les événements de niveau 2, si les actions correctives ont été engagées avec diligence, le travail de contrôle de conformité est à poursuivre, y compris pour des sujets de conception. Concernant la tenue au séisme d'une digue (cf. encadré), EDF avait classé cet événement au niveau 1 et considère que la mise à l'arrêt provisoire des quatre réacteurs, imposée par l'ASN, ne se justifiait pas. Il me semble que la gestion de cet événement mériterait une analyse approfondie partagée par les deux parties, pour en tirer les leçons et éviter de reproduire une telle situation.

LE PARC BRITANNIQUE : LA POURSUITE D'UNE DYNAMIQUE

Je salue l'absence d'événement significatif de niveau supérieur ou égal à 2 sur l'échelle internationale INES, et ce depuis huit ans.

Le nombre d'événements significatifs de niveau 1 est similaire à celui de 2016 (0,4 événement par installation en 2017, 0,27 en 2016). Je rappelle néanmoins que les exigences de déclaration sont différentes entre les autorités de sûreté française et britannique.

À Sizewell B, lors de contrôles programmés pendant un arrêt pour rechargement, une fuite goutte à goutte a été mise en évidence sur la purge d'un générateur de vapeur. La réparation, qui entraîne une prolongation de la durée d'arrêt, a été engagée en s'appuyant sur le REX international d'événements analogues. Elle a été appliquée de façon préventive à tous les générateurs de vapeur du site.

Pour les événements de niveau 0, depuis la modification du mode de déclaration au Royaume-Uni, je constate que les résultats des parcs français et britannique sont similaires, avec en moyenne environ 6 événements par réacteur. Je me félicite de cette démarche qui va dans le sens de la transparence.

Salle des machines

Les indicateurs de sûreté et sécurité sont en progrès, hormis le nombre d'arrêts automatiques et manuels de réacteur, en légère augmentation.

La progression des indicateurs de sûreté témoigne de pratiques performantes qui s'appuient sur une démarche d'amélioration continue bien pilotée. En revanche, contrairement à 2016, l'écart entre les performances des sites ne s'est pas réduit. J'ai cependant noté l'appui apporté par le niveau central pour y remédier.

Comme en 2016, aucun événement incendie marquant ou majeur n'est à déplorer. J'observe que le nombre d'événements mineurs reste élevé et en légère augmentation. Les efforts de prévention doivent toujours être renforcés.

DES MOTIFS DE SATISFACTION

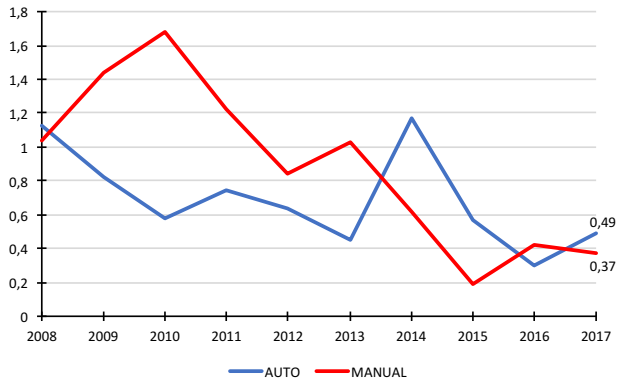
Globalement, les résultats de sûreté progressent avec une mention particulière pour l'exploitation. Le nombre d'événements liés au non-respect des spécifications techniques d'exploitation (0,6 ESS/installation en 2017, 0,8 en 2016) continue de baisser. De même, les non-conformités de lignage diminuent fortement (0,93 par réacteur en 2017, 3,07 en 2016).

En 2017, la prise en compte des recommandations des *Peer reviews* (plus de 90 %) et des *SOER* (entre 90 et 95 %) de WANO reste à un excellent niveau. Ce résultat montre un processus robuste d'appropriation collective du retour d'expérience (cf. chapitre 6).

À Sizewell B, j'ai apprécié la mise en service des installations de stockage à sec du combustible irradié. Elles ont reçu, début 2017 comme prévu, leurs premiers conteneurs.

Je constate la bonne fiabilité des équipements de sauvegarde :

- aucune indisponibilité pour le réacteur à eau pressurisée (REP) de Sizewell B pour la dixième année consécutive,
- pour les AGR, taux d'indisponibilité de l'alimentation auxiliaire de 0,08 % (0,17 % en 2016) ; de l'injection de sécurité de 0,124 (0,061 % en 2016) et des diesels de secours de 0,166 % (0,043 % en 2016).



EDF Energy nuclear generation automatic and manual trip rate

DES POINTS DE VIGILANCE

La maîtrise des durées d'arrêt pour maintenance reste une difficulté qui peut impacter la sérénité du personnel et fragiliser le niveau de sûreté, en raison des adaptations à opérer de façon impromptue. Je constate cependant que la sûreté reste la priorité des équipes de conduite.

Je relève l'existence de trop nombreux défauts de matériels (*backlogs*). Même s'ils ne nécessitent pas l'arrêt de l'installation, certains de ces défauts impactent la fiabilité de systèmes importants et peuvent réduire les marges vis-à-vis des seuils de protection. Je suivrai en 2018 les résultats du plan d'actions engagé.

Le nombre d'écarts aux spécifications techniques d'exploitation progresse légèrement mais avec trop de disparité entre les sites. Pour progresser, j'encourage à poursuivre les initiatives de partage d'expérience réalisées par des groupes de pairs de différents sites (*Operations Manager's peer group, Configuration management task team*).

Transport de combustible usé : mauvais serrage d'un couvercle de conteneur

Au Royaume-Uni, il a été constaté que plusieurs boulons fermant le couvercle d'un conteneur de transport de combustible usé (château) étaient desserrés, à son arrivée au centre d'entreposage. Cet événement de niveau 1 sur l'échelle INES n'a eu aucune conséquence sur la sûreté mais aurait pu conduire, en cas de choc important, à une fuite d'eau contaminée à l'extérieur du château.
Cet événement témoigne d'une prise en compte insuffisante du retour d'expérience d'un événement similaire survenu quinze ans auparavant et surtout d'un manque de respect des procédures.

La caractérisation du niveau de fissuration du graphite dans le cœur des réacteurs AGR est le facteur dimensionnant pour leur durée d'exploitation (les plus anciens, Hunterston B et Hinkley Point B, ont démarré en 1976). Les inspections régulières et adaptées à chacun des réacteurs demeurent un élément clé pour s'assurer de l'absence d'évolution rapide et réévaluer les modalités des contrôles. En 2017, trois nouvelles fissures de briques clavettes ont été constatées sur deux des trois réacteurs inspectés. Le nombre total de fissures reste très en deçà des limites prises en compte dans le rapport de sûreté de chacun des réacteurs. Dans ce cadre, j'apprécie l'augmentation de la fréquence des inspections pour les réacteurs les plus touchés.

LE COMBUSTIBLE : DES PERFORMANCES SATISFAISANTES

L'étanchéité du combustible, première barrière de sûreté, reste un objectif majeur pour les parcs français et britannique. En 2017, le taux de défaillance des assemblages reste à un bon niveau, dans les deux parcs.

Pour les réacteurs à eau pressurisée (REP), je note :

- en France, environ un assemblage non étanche pour 1 000 assemblages déchargés,
- à Sizewell B, seul réacteur à eau pressurisée (REP) britannique, aucun assemblage non étanche.

Une grande partie des défauts du combustible provient de la fissuration par corrosion sous contrainte des ressorts des grilles de certains types d'assemblages, qui peuvent se détacher et constituer des corps migrants. Les ressorts des grilles peuvent aussi altérer par frottement la surface des crayons et provoquer des défauts d'étanchéité. Une solution existe, par traitement thermique des ressorts, mais sa mise au point demandera du temps (au moins deux ans avant la fabrication des premiers assemblages).

En 2017, les déformations d'assemblage n'ont pas eu d'impact d'exploitation. Elles sont réduites par l'utilisation de tubes-guides en alliage adapté, Q12 d'AREVA (en cours de déploiement) et ZIRLO de Westinghouse (utilisés depuis 2006 sur le palier 1300 MW).

Pour les AGR, 8 éléments non étanches ont été détectés pour 40 000 cartouches en réacteurs. La plupart des défauts sont concentrés dans le même réacteur, ce qui a conduit l'exploitant à prendre des mesures spécifiques : baisse de puissance du réacteur, diminution des cinétiques de montée en puissance, refroidissement renforcé des assemblages les plus irradiés. Le nombre de défauts d'étanchéité sur ce réacteur a ainsi été ramené de 16 en 2016 à 6, en 2017. L'origine de ces défauts semble liée à un dépôt de carbone sur les cartouches. Celui-ci, d'origine physico-chimique, est complexe à maîtriser. Des solutions sont à l'étude et j'en suivrai l'efficacité.

3 UNE PRIORITÉ SÛRETÉ AFFIRMÉE

Tenue exemplaire des installations

La sûreté reste la priorité partagée par tous, dans un contexte toujours difficile, appuyée par des filières indépendantes de sûreté solides.

En France, certaines des démarches de fond engagées tardent à donner des résultats concrets sur le terrain.

Dans les deux parcs, malgré les progrès accomplis dans le domaine de l'incendie, la prévention reste perfectible.

POUR UNE SÛRETÉ PLUS CONCRÈTE SUR LE TERRAIN

Malgré les contraintes budgétaires, le groupe EDF accorde la primauté à la sûreté nucléaire dans ses prises de décision, aussi bien pour le parc français qui a fait face ces dernières années au renouvellement de ses compétences que pour le parc britannique qui se prépare à la transition entre réacteurs AGR et EPR (cf. chapitre 5).

En France, le contexte a été, comme en 2016, peu propice à la sérénité avec :

- les arrêts de longue durée de plusieurs réacteurs (Bugey 5, Fessenheim 2, Paluel 2),
- la mise à l'arrêt des quatre réacteurs de Tricastin pendant plusieurs mois à la demande de l'ASN,
- la suite des dossiers de ségrégation carbone et des dossiers barrés/non barrés (cf. chapitre 1),
- les vérifications et les travaux liés au contrôle de conformité des installations (cf. chapitre 2).

Dans un contexte de changements importants, tant pour les CNPE avec le Grand carénage que pour les entités d'ingénierie avec de profondes réorganisations, j'apprécie la capacité d'adaptation rapide des équipes.

À côté de la progression des indicateurs, j'observe cependant des signaux faibles et surtout des démarches de fond qui progressent trop lentement, notamment pour les non-qualités (exploitation, maintenance, études).

Comme je l'évoquais en 2016, cela témoigne d'une approche de la sûreté insuffisamment pragmatique et trop peu tournée vers les intervenants. Cela résulte aussi de la complexité des transformations à réaliser pour faire évoluer durablement les comportements. J'en veux pour preuve les méthodes de fiabilisation des interventions, le partage des bonnes pratiques entre les entités ou encore l'exploitation du retour d'expérience (REX), insuffisamment utilisés comme outils de progrès continu.

Il me paraît nécessaire de renforcer l'efficacité des démarches de leadership, notamment en accompagnant les jeunes managers, de prioriser la présence sur le terrain des managers en les recentrant sur leur cœur de métier et de responsabiliser davantage les équipes à la définition et à l'atteinte de leurs résultats, en particulier de sûreté. J'ai noté que plusieurs directions s'engagent dans cette voie qui me semble propice pour renforcer la culture de sûreté. Je les incite à poursuivre avec pragmatisme et à associer davantage les équipes de terrain. Je m'intéresserai à ce sujet en 2018

Surveillance des terrassements à HPC

Je note avec satisfaction l'intensification des relations entre la DPN et EDF Energy avec notamment :

- des échanges entre les filières indépendantes de sûreté, en particulier sur un diagnostic annuel de sûreté que pourraient adopter les Britanniques,
- un séminaire autour de la culture sûreté associant CGN[1], la DPN d'EDF SA et EDF Energy,
- des partages entre les directeurs opérationnels des deux parcs avec une participation croisée à des revues de performances de sites.

En France, les importantes modifications issues des enseignements tirés de l'accident de Fukushima se poursuivent dans un planning contraint : conception de centres de crise locaux (CCL), construction des diesels d'ultime secours (DUS) résistant à des séismes au-delà du séisme majoré de sécurité, renforcement des équipes de conduite avec la formation associée, etc.

Au Royaume-Uni, les modifications post-Fukushima, d'une ampleur cohérente avec les caractéristiques des réacteurs AGR, sont terminées et les programmes d'entraînement de l'exploitant intègrent les accidents hors dimensionnement.

[1] *China General Nuclear Power Corporation.*

Sur le chantier de Hinkley Point C, les 10 fondamentaux de WANO pour obtenir une bonne culture de sûreté ont été adoptés dès le départ (cf. chapitre 9). De nombreuses actions concrètes sont aussi engagées pour promouvoir un environnement de travail serein, conjuguant productivité et qualité de vie *via* la démarche globale *Welfare and working environment*.

LES *DESIGN AUTHORITIES* : DE BONNES PRATIQUES EN PERSPECTIVE

Ces structures sont chargées de garantir une exploitation conforme au design initial durant le fonctionnement de l'installation, y compris en cas de modification.

En France, j'observe que la *Design authority* (DESA) du parc en exploitation progresse et a, par exemple, établi des cartes d'identité du design de tranches (cf. encadré). Elle apporte le soutien nécessaire aux entités opérationnelles et assure une vérification indépendante. Je note que des liens ont été établis avec la *Design authority* (DA) d'EDF Energy *Nuclear Generation*, créée depuis dix ans. La DESA France, profitant de l'expérience de la DA britannique, devrait très vite améliorer ses modes de fonctionnement. Il faut s'assurer de son bon dimensionnement pour qu'elle puisse agir avec l'efficacité attendue sur l'ensemble des projets, compte tenu de sa charge de travail.

Au Royaume-Uni, EDF Energy devra bientôt faire des choix déterminants pour la prolongation puis la fin d'exploitation des réacteurs AGR. Dans ce cadre, la DA jouera un rôle essentiel pour garantir la conformité au *basic design* ou son adaptation au dossier de sûreté. J'ai ainsi observé le réexamen engagé pour le risque de black-out lié a la transition énergétique dans un contexte insulaire (cf. encadré). Pour Hinkley Point C, la DA vise à gagner en simplification en se calquant et en s'appuyant sur celle d'EDF Energy *Nuclear Generation*.

RELATIONS NATIONAL-LOCAL : POURSUIVRE LES EFFORTS EN FRANCE

Les managers du parc me font part de difficultés liées aux relations entre les entités centrales et les CNPE :

- un fonctionnement des entités centrales encore trop en silo, un pilotage parfois peu précis et associé à des systèmes d'information peu adaptés,
- un manque d'engagement des CNPE sur le respect des objectifs et le cadencement des projets.

Ces ressentis doivent, bien sûr, être relativisés car je constate aussi beaucoup de bonne volonté de la part de chacun, une évolution dans l'attitude des acteurs (CNPE et entités centrales) et des succès partagés à l'image des task-forces, du portage des arrêts automatiques de réacteurs, du pilotage de projets orientés vers le terrain comme COLIMO pour les consignations, etc.

J'incite cependant les directions des entités centrales et des sites de la DPN à accentuer les efforts sur ce sujet essentiel. Je continuerai à suivre les progrès.

Les cartes d'identité du design de tranches (CIDT)

Ces documents réalisés par la DESA du parc français fournissent pour chacune des tranches un état de sa conformité vis-à-vis du design de référence. Ces cartes tracent sous une forme synthétique des informations utiles à l'exploitant et à la filière indépendante de sûreté pour contribuer au redémarrage des installations en toute sûreté après les arrêts pour maintenance. Les cartes des 58 réacteurs devraient être terminées, fin 2018.

UNE FILIÈRE INDÉPENDANTE DE SÛRETÉ (FIS) SOLIDE

EN FRANCE

Le directeur délégué sûreté de la DPN et ses équipes apportent un appui et un challenge précieux aux directions de sites et aux filières indépendantes de sûreté locales, notamment par leur forte présence sur le terrain.

Il est important de maintenir la force et l'écoute de cette filière à tous niveaux. Je suis ainsi étonné que les Observatoires sûreté radioprotection disponibilité environnement, pourtant prévus dans la mise à jour du Mémento sûreté 2016, ne soient plus pratiqués ou que la FIS nationale doive trop souvent intervenir pour reclasser certains événements.

L'Inspection nucléaire (IN) de la DPN assure un contrôle efficace et indépendant des sites. J'apprécie sa volonté d'adapter son référentiel d'évaluation de la sûreté dans un souci de simplification pour une meilleure appropriation par les sites. J'observe un respect de ses recommandations à un niveau correct (72 %). Je n'ai pas noté de difficulté de recrutement.

Je constate deux évolutions positives engagées en 2018 dans le périmètre contrôlé par l'IN, qui comprendra dorénavant les services de protection des sites et le contrôle de deuxième niveau de la DIPDE, avec l'aide de la Mission d'audit et d'évaluation de la DIPNN (MAE).

Les ingénieurs sûreté (IS) dans les CNPE ont des compétences de bon niveau et progressent. Leurs profils sont plus expérimentés et variés. Cette tendance positive mérite d'être poursuivie car elle facilite la couverture des différents domaines, maintenance notamment. Ils sont soutenus par les chefs de Mission sûreté qualité et bien écoutés par les directions des sites. J'attire cependant l'attention sur certaines de leurs missions, trop administratives (tenue à jour des indicateurs, préparation des *Peer reviews*, etc.). Il faut s'assurer qu'ils ne sont pas distraits de leurs fonctions premières.

La FIS du site de Flamanville 3 s'organise pour passer à la phase d'exploitation. Pour réussir cette transition, l'appui de la FIS nationale et un partage d'expérience avec les exploitants de Taishan lui seront utiles.

À la DIPNN, la mission d'audit et d'évaluation (MAE) continue à jouer son rôle de contrôle. Je veillerai au maintien de son écoute et de son indépendance dans la réorganisation en cours, ainsi qu'aux profils des personnes recrutées dans l'équipe.

J'ai rencontré la **direction autorité de contrôle indépendant (DACI)** de la filiale d'ingénierie nouvellement créée, EDVANCE (cf. chapitre 9). Le principal défi de la DACI est de garantir une supervision indépendante des enjeux de sûreté pour l'ensemble des projets. EDVANCE devra veiller à la bonne articulation de la DACI avec la FIS de la DIPNN.

Opératrice en salle de commande

L'Organisme interne de l'utilisateur (OIU), rattaché au CEIDRE (Centre d'expertise et d'inspection dans les domaines de la réalisation et de l'exploitation), évalue la conformité de certains équipements sous pression, en particulier ceux destinés au chantier de Flamanville 3. Cette année encore, j'ai constaté la bonne indépendance de l'OIU et le sérieux de son travail. Les orientations pour préserver son positionnement fort dans le groupement des organismes habilités (APAVE, Bureau Veritas, etc.) ont été confirmées par le comité de politique industrielle d'EDF SA en juin 2017. À cet effet, un volume d'activités suffisant, en complément des activités engagées pour Flamanville 3 et Hinkley Point C, devra lui être assuré par la DPNT et la DIPNN, avec des évaluations de conformité de pièces de rechange pour le parc et d'équipements pour les projets neufs. De plus, une extension du périmètre de l'OIU à d'autres matériels pourrait être étudiée.

AU ROYAUME-UNI

Je constate que, globalement, la filière indépendante de sûreté est solide avec un directeur sûreté du parc bien positionné, interagissant avec les sites et le niveau Groupe.

Le pilotage et l'animation de l'*Independent nuclear assurance* (INA) est assuré efficacement par son responsable, très présent dans les organes de pilotage et challengeant les équipes opérationnelles.

Dans les sites, les équipes de l'INA rassemblent des personnes expérimentées, souvent externes à EDF Energy. Cela constitue une richesse et une ouverture précieuse mais peut poser une difficulté de recrutement dans quelques sites. Leur indépendance est visible et elles n'hésitent pas à interpeller le CNO (*Chief nuclear officer*) lors des revues de performance. J'apprécie également leurs relations de confiance avec l'autorité de sûreté (ONR).

À Hinkley Point C, le contrôle indépendant de la sûreté est assuré par l'*Internal assurance* (IA) rattachée au *satety and assurance director*. L'équipe de l'IA assure notamment le contrôle des fournisseurs pour vérifier que les exigences de sûreté ont été intégrées en amont des jalons clés de la construction. Je note de plus une volonté de renforcer la confiance dans les relations avec l'ONR. Je m'intéresserai à ces points en 2018.

La réponse du nucléaire en cas de black-out au Royaume-Uni

La transition énergétique conduit le Royaume-Uni à fermer des centrales au charbon au profit des énergies renouvelables, ce qui réduit l'aptitude du réseau électrique à se reconstituer rapidement en cas de black-out.
Une réévaluation des études de sûreté de chacun des sites nucléaires a donc été engagée pour démontrer leur capacité à se passer du réseau sur une plus longue durée. Cela impose une augmentation des stocks de fioul permettant aux sites de s'appuyer plus longtemps sur les diesels de secours. Les procédures d'exploitation en cas de perte du réseau ont été revues et des actions de formation engagées.
En France, l'interconnexion avec les réseaux européens et une technologie différente des centrales nucléaires limitent ce type de problème.

TENUE DES INSTALLATIONS : UNE APPROCHE COMMUNE DES DEUX PARCS

En France, la tenue des installations reste bonne malgré quelques essoufflements ponctuels qui nécessitent une réaction des sites concernés. En 2017 la direction de la DPN demande une performance minimale pour qu'un site puisse être primé au challenge de la DPN.

J'ai aussi rencontré des équipes au Royaume-Uni qui, depuis deux ans maintenant, ont fait des progrès significatifs avec des analyses comparatives, des évaluations conjointes avec leurs homologues français et un classement formel des sites. Mais il reste encore du chemin à parcourir pour se rapprocher du parc français.

Les thématiques les plus sensibles dans les deux parcs sont la corrosion, les fuites et l'entreposage. Je souligne l'intérêt d'avoir associé les prestataires à cette démarche.

Projet de boucle d'essai d'incendie

INCENDIE : DES FAIBLESSES DANS LA PRÉVENTION

Même si je note des résultats satisfaisants pour les deux parcs, ceux-ci sont fragilisés par des signaux faibles, confirmés en France par l'inspection nucléaire de la DPN.

En effet j'observe, dans les sites :

- une culture de la prévention incendie à renforcer,
- des niveaux d'exigence insuffisants dans certains sites,
- une qualité des relations avec les services incendie externes parfois perfectible en France,
- une animation insuffisante des sites français par l'état-major de la DPN.

J'apprécie le travail engagé par la R&D d'EDF, sollicitée par la DPN, pour mieux modéliser la dynamique des incendies et évaluer les potentiels calorifiques des locaux grâce à une boucle d'essai à l'échelle 1.

MES RECOMMANDATIONS

Pour rendre plus efficaces les démarches de fond et mieux les ancrer dans les pratiques, je recommande aux directeurs de la DPNT et de la DIPNN de reconsidérer les démarches de leadership, en donnant la priorité à la plus-value apportée par les managers sur le terrain.

Dans le cadre de la réorganisation de l'ingénierie du nouveau nucléaire, je recommande au directeur de la DIPNN de renforcer le positionnement des entités de la filière de contrôle interne de la sûreté et d'assurer leur indépendance et leur écoute.

En raison des risques et des nombreux signaux faibles liés à l'incendie (prévention, comportements et animation), je recommande au directeur de la DPNT et au directeur général d'EDF Energy de relancer la dynamique dans ce domaine.

4 LA PRÉVENTION DES RISQUES : RESTER VIGILANTS

Vigilance partagée

Dans les deux parcs, les résultats de sécurité s'améliorent. L'électrocution d'un intervenant et plusieurs accidents graves soulignent la vigilance à apporter aux situations à risque critique et le caractère impérieux du respect des consignes.

Les résultats de radioprotection continuent de progresser grâce au travail de fond engagé depuis plusieurs années.

REDOUBLER D'ATTENTION SUR LES RISQUES CRITIQUES

EN FRANCE, DES PROGRÈS MAIS UN ÉVÉNEMENT TRAGIQUE

Je déplore le décès par électrocution d'un jeune prestataire. Rien ne peut justifier le décès d'un salarié et ce drame nous rappelle l'importance à poursuivre les efforts engagés dans les activités quotidiennes, en particulier sur la prévention des situations à risque critique.

À la DPN, avec un taux de fréquence global[1] de 2,2 (2,8 en 2016), le nombre d'accidents de travail a beaucoup baissé. Je note néanmoins une disparité trop importante avec des Tfg jusqu'à 4 fois supérieurs dans les CNPE les plus en retard. Le risque de chute de plain-pied continue d'être la cause principale des accidents avec arrêt de travail. Le nombre de blessés suite à des activités présentant un risque critique (levage, chute de hauteur et risque électrique) a baissé : 13 en 2017 (26 en 2016, 32 en 2015).

À l'ingénierie, je note des résultats non satisfaisants avec, pour la DIPNN, un Tfg à 3,7 (2,6 en 2016) et pour la DIPDE un Tfg de 2,7 en progrès (4,5 en 2016), mais encore trop élevé. Ces résultats étant liés au Tf des prestataires, l'ingénierie doit concentrer ses efforts sur ce point (cf. chapitre 8). Par exemple, plusieurs événements de levages et de chutes de hauteur auraient pu avoir des conséquences dramatiques sur les chantiers de construction des diesels d'ultime secours.

[1] *Tfg - nombre d'accidents de travail pour un million d'heures travaillées par les salariés d'EDF et des prestataires.*

À Flamanville 3, avec un Tfg de 5,1, les résultats fléchissent (4,4 en 2016, 5,8 en 2015). Le démarrage des installations fait coexister circuits en cours de montage et en exploitation, créant des risques nouveaux. C'est pourquoi les actions engagées au plus près du terrain sont à poursuivre pour ne pas perdre le bénéfice des efforts accomplis depuis plusieurs années.

Affichage sécurité sur un chantier

Dans les **sites en déconstruction,** avec un Tfg de 2,0 en 2017, je constate une amélioration (5,8 en 2016, 4,2 en 2015). Comme à la DPN, les risques critiques doivent faire l'objet d'une attention particulière : la chute d'un conteneur de plusieurs tonnes, lors de son chargement dans une remorque, le confirme.

AU ROYAUME-UNI, TOUJOURS UNE BELLE PERFORMANCE

Le taux d'accident se maintient à un niveau très bas avec un Tfg de 0,2 en 2017 (0,3 en 2016). Ce résultat, le meilleur jamais obtenu, est le fruit d'une démarche engagée depuis plusieurs années qui vise le *Zero harm*. Je note, en particulier, la réduction spectaculaire du nombre de chutes de plain-pied, obtenue grâce à une collaboration très efficace des entreprises prestataires.

Cependant les équipes ont été très marquées par deux chutes de hauteur potentiellement mortelles qui témoignent d'un non-respect des règles et d'un niveau de contrôle insuffisant. Ces événements ont rappelé à tous que, même avec d'excellents résultats, la vigilance reste impérative. J'apprécie le partage prévu entre la DPN et EDF Energy *Nuclear generation* sur le travail en hauteur avec une campagne commune de sensibilisation en 2018.

RENFORCER LA RIGUEUR

Un peu partout, sont constatés des accidents graves ou des presque accidents liés aux situations présentant des risques critiques. C'est, par exemple, le cas à la DPN pour le risque électrique, avec un accident mortel et 6 blessés en 2017.

Je juge que cette situation n'est pas satisfaisante et qu'une réaction rapide s'impose. Elle résulte de fragilités dans le port d'équipements de protection individuelle adaptés à l'intervention et d'un manque de respect des règles. Toutes les entités du Groupe doivent rester vigilantes, notamment lors des travaux électriques, des travaux en hauteur et des levages. Les efforts doivent aussi porter sur le traitement des signaux faibles et le bon usage des outils de fiabilisation des interventions (pré-job briefing, minute d'arrêt, etc.).

DES ÉCHANGES FRANCO-BRITANNIQUES CONSTRUCTIFS POUR LA SÉCURITÉ

Dans les deux parcs, je perçois une forte volonté et une grande énergie déployée autour de la sécurité du travail. Les résultats progressent.

DES MÉTHODES ET DES OUTILS DE MIEUX EN MIEUX PARTAGÉS…

De nombreux échanges sont organisés entre les deux parcs : visites d'assistance, analyses comparatives, partages d'expériences, actions conjointes, etc. J'encourage à poursuivre en veillant à aboutir à des actions concrètes.

Parmi les outils et méthodes qui font l'objet d'échanges réguliers, je note :

- des démarches de vigilance partagée,
- la démarche *Zero harm* et ses règles,
- les messages de sécurité,
- des formations sécurité pour tous les salariés en amont des arrêts de tranche,
- le contrôle et l'appui dans la mise en œuvre des pratiques de fiabilisation des interventions,
- un centre d'information et de rencontres dédié à la sécurité,
- un outil d'aide à la gestion des risques (cf. encadré),
- des équipes dédiées à la sécurité, réunissant salariés des prestataires et d'EDF Energy.

Key risk tool, un outil de gestion des risques

Chaque site d'EDF Energy réalise tous les trois mois un examen et une évaluation précise de 40 risques de sécurité à partir des événements, signaux faibles, résultats des contrôles et audits, etc.
Cette approche permet de définir et de prioriser des pistes d'amélioration selon la gravité de chaque risque. Destinataires de ces examens, les services centraux du parc peuvent aussi venir en appui des sites de manière ciblée et identifier des fragilités communes aux sites.

… À PROMOUVOIR DAVANTAGE PAR LES MANAGERS SUR LE TERRAIN

Pour être efficaces, ces outils doivent être fermement portés par les managers.

Par exemple au Royaume-Uni, les messages sécurité sont renouvelés quotidiennement et partagés à chaque réunion. J'apprécie la participation naturelle de chacun à ces échanges. Ce constat témoigne d'une forte

appropriation de ce levier simple et efficace, qui permet un apprentissage bénéfique à tous. En place depuis une décennie au Royaume-Uni, cette pratique est encore en déploiement en France.

J'insiste à nouveau sur l'importance de la présence des managers au plus près des activités de terrain pour soutenir les équipes et s'assurer que le travail est réalisé en sécurité. De nombreux managers sont convaincus de cette nécessité sans réussir à lui consacrer le temps suffisant. Être sur le terrain est indispensable, mais c'est d'abord le comportement qui compte. Ainsi un manager, passant à côté d'un écart sans le relever, cautionne celui-ci.

J'observe une différence de maturité des managers entre la France et le Royaume-Uni, à la fois sur le « calage de l'œil » (apprendre à voir) et la capacité à interpeller (apprendre à dire).

Pour atteindre leur niveau actuel de maturité, les Britanniques ont, sur la durée, mené des actions progressives pour développer collectivement et individuellement la sécurité. Constatant une situation médiocre il y a une dizaine d'années, la direction du parc nucléaire d'EDF Energy a choisi de promouvoir quelques comportements simples, en nombre très limité, mais devant être adoptés par tous et partout. Cette démarche s'appuyait sur l'exemplarité et sur le traitement managérial des écarts jusqu'à obtenir un comportement réflexe du personnel. Sur ces fondations, d'autres exigences ont été progressivement ajoutées.

Pour le « calage de l'œil », l'approche est la même dans les deux pays. Il s'agit de se faire accompagner par un référent mais les Britanniques se limitent, ici encore, à un nombre de points clés, accessibles à un non-spécialiste. Cela facilite l'appropriation progressive des exigences par les managers.

DÉBUT DE CHANTIER PROMETTEUR POUR HINKLEY POINT C

Comme tout chantier de grande ampleur, Hinkley Point C présente des risques de sécurité élevés : 4 accidents ont été enregistrés en 2017, dont une chute qui aurait pu être fatale. La démarche engagée par EDF Energy *Nuclear generation* et la DPN sur les travaux en hauteur pourrait bénéficier à Hinkley Point C.

Pour maîtriser les risques de sécurité, Hinkley Point C a engagé une démarche de fond qui s'appuie sur :

- une remontée des écarts même mineurs (plus de 100 par mois) pouvant avoir un impact sur la santé ou la sécurité,
- une sensibilisation du personnel par la direction du chantier, fondée sur ces éléments et déclinée selon les activités,
- la nomination de responsables de la sécurité dans des zones clairement délimitées.

Cette culture de remontée des écarts et de responsabilisation des acteurs, adossée à une communication ciblée sur les risques, me paraît prometteuse et suffisamment souple pour s'adapter à la réalité d'un chantier dont les risques évoluent chaque jour.

Contrôle par lunettes caméra

DÉTECTION DES ADDICTIONS

Si les consommations d'alcool et de drogue sont très répandues dans la société, les risques propres au nucléaire imposent une tolérance zéro. La consommation dans les sites est évidemment interdite et je note que les sites britanniques et deux sites français pratiquent des tests aléatoires de dépistage. J'encourage les directions nucléaires d'EDF SA à généraliser cette initiative avec l'appui de la direction des ressources humaines du Groupe. Il serait intéressant que les deux parcs échangent sur cette thématique.

Je renouvelle mon message de 2015 appelant à une vigilance partagée dans les équipes, pour mieux détecter et anticiper d'éventuelles situations d'addiction.

LA RADIOPROTECTION : DES RÉSULTATS EN PROGRÈS

EN FRANCE, DES AMÉLIORATIONS SIGNIFICATIVES

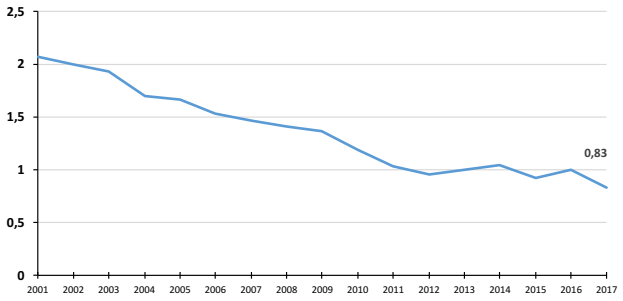
La dose individuelle annuelle moyenne par salarié est passée de 1 mSv (milliSievert) en 2011 à 0,83 mSv en 2017 (cf. graphique). De même, le nombre de salariés (EDF et prestataires) ayant reçu une dose supérieure à 10 mSv est passé de 274 en 2016 à 89 en 2017. Aucun salarié n'a reçu une dose supérieure à 13 mSv sur l'année 2017. La limite réglementaire est fixée à 20 mSv.

La dose collective reste à un niveau satisfaisant (0,61 homme.Sv/tranche, 0,76 homme.Sv/tr en 2016) et la dose horaire moyenne du parc, en baisse de 25 % en dix ans, reste à un niveau bas depuis 2010. Elle s'établit à 5,39 µSv/h en 2017 (cf. graphique). Ces bons résultats ont été facilités par un volume de travaux de maintenance moindre qu'en 2016.

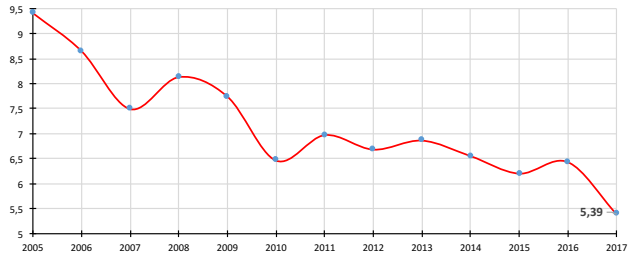
Les indicateurs globaux de propreté radiologique restent bons en 2017 :

- le taux de déclenchement des portiques C2 en sortie de zone contrôlée (0,27 %) s'améliore (0,46 % en 2016),

- le taux de déclenchement des portiques C3 en sortie de site baisse (moins de 1 pour 50 000 personnes),
- 2 événements significatifs de radioprotection (ESR) de contamination de la voirie (2 événements en 2016),
- 3 événements significatifs de radioprotection (ESR) liés à des contaminations cutanées (2 en 2016),
- 3 événements significatifs de transport (EST) avec impact radiologique, parmi les 12 EST.



Évolution des doses individuelles moyennes (mSv)



Évolution du débit de dose horaire moyen de la DPN (µSv/h)

Concernant les situations à risque, les résultats s'améliorent nettement mais la vigilance doit être maintenue :

- 29 événements en zone orange (45 en 2016),
- 1 événement pour les activités en zone rouge (4 en 2016),
- 6 événements liés aux tirs radio (9 en 2016).

L'inspection nucléaire de la DPN évalue favorablement les organisations des CNPE pour les travaux en zones rouge et orange mais note trop de disparités entre les sites pour les tirs radios.

Globalement, les bons résultats en radioprotection découlent du travail de fond engagé depuis plusieurs années. Il doit être poursuivi en insistant sur la culture de propreté radiologique et sur la rigueur dans l'exécution des tirs radio.

AU ROYAUME-UNI, POURSUITE DES PROGRÈS

Par conception, les expositions collectives dans les réacteurs AGR sont limitées et les doses collectives mesurées sont parmi les plus faibles au monde (0,02 homme.Sv/tr). Pour le REP de Sizewell B, la dose collective annuelle reste faible (0,3 homme.Sv) et le place dans le premier quartile mondial.

L'exposition individuelle maximale, tous réacteurs confondus, est de 5,54 mSv.

Je note aussi de bons résultats pour les portiques C2 en sortie de zone contrôlée avec un taux de déclenchements de 0,07 %, stable par rapport à 2016 (0,09 %).

On dénombre 10 ESR en 2017 (20 en 2016), avec aucun *Very serious contamination incident.*

LE MANAGEMENT DE LA RADIOPROTECTION

EN FRANCE, UNE ANIMATION SOLIDE MAIS QUI RESTE UNE AFFAIRE DE SPÉCIALISTES

Les résultats sont bons et s'améliorent, le management de la radioprotection reste dynamique mais me semble essentiellement porté par des spécialistes, sans relais suffisant du management. WANO signale que des marges existent par rapport aux meilleurs exploitants. J'ai constaté que le déploiement des outils favorables à cette dynamique se poursuit.

Les PSPR, postes de supervision de la prévention des risques (cf. encadré), sont déployés dans la majorité des sites. Tous seront équipés à la fin 2018.

L'utilisation de CADOR, outil d'aide à la décision pour optimiser la pose de protections biologiques, ne se généralisera que s'il est simplifié rapidement et tourné davantage vers les utilisateurs. D'autant qu'il serait utile pour le programme Grand carénage afin de diminuer les doses absorbées par les salariés.

Poste de surveillance de la radioprotection.

Les campagnes d'assainissement des circuits primaires sont le levier le plus efficace pour diminuer le terme source et réduire la dose collective. Pourtant elles sont souvent reportées ou annulées à cause de contraintes de planning. J'invite la DPN à faire preuve de plus de volontarisme en la matière. En revanche, j'ai noté la poursuite de l'éradication des points chauds.

Dans mon rapport 2016, je soulignais l'arrivée d'une nouvelle réglementation concernant la radioprotection, sa complexité et le risque de déresponsabilisation des exploitants. Son entrée en vigueur en janvier 2018 aura un fort impact sur les organisations :

- création d'un pôle de compétences en radioprotection dans chaque site,

- rédaction de guides,
- mise en place d'un nouveau système d'information dosimétrique,
- suivi de certaines exigences comme la dose au cristallin ou le radon,
- etc.

J'ai noté la création d'une task-force par la DPN et j'en suivrai les travaux, notamment pour évaluer les gains produits et la complexité induite pour les sites.

Le poste de supervision de la prévention des risques (PSPR)

Ce poste informatisé centralise en temps réel des mesures de radioprotection fournies par des capteurs mobiles installés autour des chantiers. Il dispose de moyens de communication (vidéo, audio) avec les intervenants, permettant de les alerter en cas de nécessité.
Cette bonne pratique permet d'optimiser la dose en limitant le nombre de personnes dans la zone concernée. Elle aide l'intervenant à se concentrer sur son activité. Elle facilite aussi le partage d'expérience pour des chantiers analogues grâce à des vidéos.

AU ROYAUME-UNI, UN MANAGEMENT DYNAMIQUE

À EDF Energy, je note une progression du management de la radioprotection :

- utilisation d'un nouvel indicateur pour le suivi des contaminations de faible ampleur,
- à Sizewell B, fort investissement des équipes pour réduire la dose lors des opérations de stockage des combustibles irradiés (6,5 homme.mSv au premier assemblage pour 2,34 dès le septième),
- large déploiement de la radiographie de proximité (cf. encadré) qui limite les risques lors de tirs radiographiques.

Close proximity radiography (CPR)

Ce dispositif de radiographie, beaucoup plus compact que les systèmes conventionnels, est placé au contact de la pièce à contrôler. La source radioactive reste toujours dans son château de protection. Il dispose aussi d'un concentrateur de faisceau (collimateur) limitant la dispersion des radiations. Cela renforce la protection des intervenants et réduit la zone interdite d'accès pendant le tir. Le CPR peut aussi fonctionner avec une source au sélénium. Son déploiement en France nécessite une évolution de la réglementation.

DES SYNERGIES POSITIVES

Dans le cadre de leur plan à cinq ans de synergie en radioprotection, la DPN et EDF Energy *Nuclear generation* ont des contacts réguliers, dont une réunion annuelle plénière. En 2017, les échanges et réalisations ont porté principalement sur les conteneurs de transport de produits radioactifs, les gamma caméras de radiographie, les tirs radiographiques de proximité (cf. encadré), les PSPR (cf. encadré). J'encourage à poursuivre ces partages à l'origine de progrès pour les deux parcs.

MA RECOMMANDATION

Partout dans le Groupe, j'observe des accidents et des signaux faibles lors d'activités présentant des risques critiques (travaux électriques, en hauteur, levage, etc.). Je recommande aux directeurs de la DIPNN, de la DPNT et d'EDF Energy de renforcer encore la prévention de ces risques pour le personnel d'EDF et des entreprises prestataires.

5 L'ADAPTATION DES RESSOURCES HUMAINES

Campus de formation de Paris-Saclay

En raison des durées de professionnalisation spécifiques au nucléaire, les besoins en effectifs et en compétences doivent être suffisamment anticipés pour garantir la sûreté.

Dans un contexte de changements et de recherche de compétitivité, le rôle des managers auprès de leurs équipes est plus que jamais essentiel.

LES RÉDUCTIONS D'EFFECTIFS ENGAGÉES À EDF SA

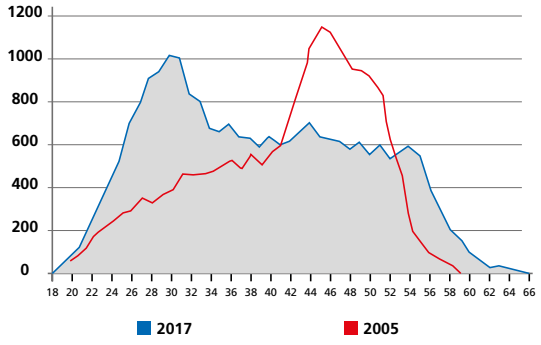
BAISSE MAÎTRISÉE, SANS IMPACT SUR LA SÛRETÉ…

Les réductions d'effectifs engagées en 2016 se poursuivent en 2017, différenciées selon les unités et les métiers. J'observe avec satisfaction qu'un flux d'embauches externes a été maintenu à la DPN et à la DIPNN. Cela leur permettra notamment d'organiser la montée en compétences du personnel concerné, en intégrant les temps de professionnalisation longs, propres au nucléaire.

La quasi-totalité des entités dispose d'une GPEC (gestion des emplois et compétences) de qualité, qui aide à piloter les mouvements de personnel avec l'anticipation suffisante. Ainsi les CNPE se préparent à atteindre, en 2020, les cibles d'emplois définies pour chaque métier.

Les évolutions d'organisation ou de nature d'activité sont anticipées par les unités concernées, par exemple la préparation du passage de Flamanville 3 à l'exploitation ou la création d'EDVANCE (cf. chapitre 9). Il en est de même pour les équipes dont la charge croît, ou va croître, et dont les effectifs ont augmenté. C'est le cas de la FARN

(force d'action rapide du nucléaire), des EMAT (équipes mutualisées d'arrêt de tranche) ou des équipes communes (équipes mixtes ingénierie-exploitation, chargées de réaliser les modifications dans les CNPE).



Pyramide des âges de la DPN

Globalement, j'apprécie la manière dont sont pilotées et maîtrisées les baisses d'effectifs qui se poursuivent de manière raisonnée, en conservant la priorité à la sûreté.

… MAIS QUELQUES POINTS DE VIGILANCE

Je souligne à nouveau que la tension sur les effectifs risque de réduire la mobilité entre les unités. Cela serait préjudiciable à l'acquisition d'expériences variées, essentielles autant pour l'entreprise, qui doit disposer à terme des compétences indispensables, que pour l'épanouissement et la motivation du personnel. Certes, des bonnes pratiques ont été développées localement : organisation d'immersions dans un CNPE pour des personnes de la direction commerce ou du thermique classique avant leur éventuelle mutation, ou bien télétravail à l'UNIE (unité d'ingénierie d'exploitation), pour remédier à la non-attractivité d'un site en région parisienne. Mais, dans l'ensemble, le renforcement de la mobilité dans le cadre de parcours professionnels construits avec les personnes concernées, tel que je le recommande depuis plusieurs années, n'est toujours pas réalisé. Les intentions et la bonne volonté ne suffisent pas et je me demande s'il ne faudrait pas un peu forcer le système par des indicateurs d'objectifs, voire des quotas.

Il faut aussi veiller à conserver un flux minimal d'embauches externes. En effet, la diversité qu'il apporte est indispensable à l'ouverture, l'innovation, la motivation, etc. Même en l'absence d'alerte aujourd'hui sur ce point, quelques signaux faibles d'une baisse d'attractivité des métiers du nucléaire nécessitent une attention soutenue.

En outre, j'observe une difficulté récurrente à anticiper le remplacement de certains experts de très haut niveau dans le Groupe.

J'ai souligné l'importance des GPEC pour la maîtrise des compétences dans la durée. Pour qu'elles atteignent leur objectif, les métiers sensibles qu'elles identifient doivent évidemment faire l'objet d'une vigilance particulière.

C'est notamment le cas à la DPN pour les métiers de la conduite (cf. chapitre 7) ou le renouvellement des premières équipes de la FARN. J'insiste sur les challenges à relever lors de cette étape : pour maintenir l'attractivité de la FARN, les unités doivent lui fournir du personnel de qualité et aussi veiller à valoriser l'expérience acquise par ceux qui en reviennent.

De plus, la hausse des effectifs des équipes communes, anticipée ces dernières années, doit se poursuivre pour que les sites qui intègreront les modifications du Grand carénage disposent des ressources suffisantes lors de leurs prochaines visites décennales.

De même, la préparation du renouvellement du parc nécessite, elle aussi, d'être anticipée. J'invite à organiser les parcours professionnels des acteurs des projets EPR en cours, en France, en Chine et au Royaume-Uni, pour que les projets suivants puissent bénéficier des compétences acquises.

LE CHALLENGE DE LA TRANSITION DES AGR VERS LES EPR

Au Royaume-Uni, la fin d'exploitation des réacteurs AGR, mis en service pour les premiers en 1976, va se traduire, entre 2023 et 2030, par une baisse, des effectifs dédiés à l'exploitation des sites concernés. En parallèle, les besoins en compétences pour réaliser les nouveaux projets et exploiter les futures tranches nucléaires vont augmenter. Des compétences nouvelles seront aussi nécessaires pour les activités de déconstruction.

Centrale nucléaire de Hunterston B

La nécessité de répondre à ces enjeux, tout en donnant de la visibilité au personnel pour qu'il conserve sa motivation, est clairement perçue par les équipes.

La maîtrise de cette transition des AGR vers les EPR est un point essentiel pour l'avenir d'EDF Energy qui a lancé des réflexions pour bâtir et analyser différents scénarios. Ces réflexions sont menées conjointement par EDF Energy *Nuclear Generation* et l'entité chargée du nouveau nucléaire, avec l'objectif d'améliorer la sûreté, de réduire les risques et de baisser les coûts pour l'ensemble du parc. Les décisions concernant l'implication d'EDF Energy dans certains des scénarios ne sont pas entièrement à sa main. Il importe donc que ces options très structurantes puissent être débattues de manière suffisamment anticipée avec les parties prenantes.

Les réflexions ont significativement progressé en 2017 et sont menées dans une approche globale qui couvre la prolongation d'exploitation, la mise à l'arrêt et la déconstruction des AGR ainsi que la construction et l'exploitation des nouveaux réacteurs. J'apprécie la manière dont elles sont anticipées, en interne et aussi auprès d'organismes qui pourraient intervenir dans certains scénarios. J'en suivrai la progression.

LE DÉVELOPPEMENT DES COMPÉTENCES TOUJOURS ROBUSTE

Le renouvellement massif des compétences, engagé depuis plusieurs années à EDF SA, est une réussite. Les différentes démarches, tels les programmes Compétences à la DPN et SAT (*Systematic approach to training*) à EDF Energy, ont professionnalisé les nouveaux embauchés et développé les compétences des plus anciens.

DES FORMATIONS QUI S'ADAPTENT

Au Royaume-Uni, les programmes de professionnalisation des intervenants et des managers continuent de fonctionner efficacement. Pour les postes clés, les programmes sont évalués périodiquement par le TSAB (*Training standards and accreditation board*) qui délivre une accréditation.

En France, la DPN consacre une part significative (environ 10 %) de sa masse salariale à la formation des intervenants. Pour mieux évaluer l'apport d'une formation et mieux cibler les attentes, des critères sont définis dès la rédaction des cahiers des charges. Ils doivent être généralisés. De plus, on peut penser que la baisse des volumes de formation aidera à mieux prioriser. Par exemple, la durée de la formation initiale des nouveaux arrivants (académie des savoirs communs) sera adaptée pour supprimer des redondances avec d'autres stages.

Formation en salle de commande

À la DPN, les comités formation existent dans toutes les entités et le programme Compétences a été clos en 2017. Les activités pérennes qu'il a initiées sont intégrées au sous-processus Professionnaliser les salariés pour obtenir la performance industrielle, en conservant les instances en place. En 2018, j'en suivrai le déploiement complet dans les unités.

L'animation des métiers de la DPN est portée par le Pôle compétences, conseil, efficacité des organisations (PCC-EO) (cf. encadré), à l'exception de certains métiers, tels ceux de la sûreté, des pièces de rechange et de la protection des sites qui relèvent des entités les plus concernées.

Cette animation est assurée, de façon efficace et globalement appréciée, par un petit collectif de personnes expérimentées. Pour augmenter encore son impact dans les CNPE et les unités nationales de la DPN, j'encourage PCC-EO à rendre plus concret son appui opérationnel aux unités en difficulté.

Le Pôle compétences, conseil et efficacité des organisations (PCC-EO)

Cette petite équipe, directement rattachée à la directrice adjointe ressources de la DPN, assure :

- l'animation des réseaux : chefs de service, managers de première ligne, métiers particuliers tels les opérateurs, les responsables de surveillance, etc. ,
- l'établissement et la mise à jour des noyaux de cohérence qui décrivent les fondamentaux du métier et l'organisation des équipes concernées dans les CNPE,
- la maîtrise d'ouvrage nationale des contenus de formation et des moyens pédagogiques associés,
- l'instruction de certaines affaires nationales à fortes composantes métiers,
- l'appui aux unités dans la conduite des changements (élaboration des cibles d'emploi, des GPEC, déploiement de référentiels nationaux, appui aux chefs de service à leur prise de poste ou dans l'exercice de leur métier, etc.).

L'UFPI, unité de formation production ingénierie, implantée dans tout le territoire (cf. carte) continue de jouer un rôle essentiel dans la professionnalisation du personnel. Comme les autres entités, elle s'est adaptée à la baisse des effectifs. L'équilibre entre formateurs expérimentés et jeunes embauchés est satisfaisant, mais reste fragile. Les services communs de formation, en place dans tous les CNPE, améliorent le lien entre besoins identifiés et stages proposés ainsi que la mutualisation des formations.

En France et au Royaume-Uni, les formations initiales et les recyclages pour les métiers de la conduite sont au niveau des standards internationaux. Cependant des difficultés subsistent, par exemple à EDF SA, pour pourvoir certains postes décrits dans le noyau de cohérence conduite et organiser les entraînements requis (cf. chapitre 7).

Les formations réactives ou JIT (*Just in time*) se développent mais pourraient encore être renforcées et plus centrées sur certains domaines sensibles comme la robinetterie ou les machines tournantes.

QUELQUES POINTS DE VIGILANCE

En France, j'entends parfois critiquer des formations couvrant des domaines jugés trop vastes, alors que l'essentiel des besoins est ponctuel et porte sur des pratiques ciblées. Pourtant l'approche *Systematic approach to training* visait à passer d'une formation de masse à une formation à la carte, mieux ciblée et efficace, impliquant les managers et le personnel. Je constate donc qu'il reste des progrès à réaliser pour la déployer pleinement à la DPN et la mettre sous contrôle. J'invite à des échanges avec EDF Energy sur le rôle du *Training standards and accreditation board*.

Les implantations de l'UFPI

L'implication des managers dans le pilotage des besoins de formation de leurs équipes reste hétérogène. Il en va de même pour l'évaluation de l'efficacité des formations ou pour l'utilisation des pratiques de fiabilisation des interventions. J'insiste à nouveau sur la nécessité pour les managers de jouer un rôle actif à toutes les étapes de la professionnalisation de leurs équipes, de l'identification des besoins jusqu'à l'accompagnement sur le terrain.

Dans plusieurs CNPE, on m'a présenté des bâtiments maquettes et des chantiers écoles très bien équipés. Si leurs apports sont reconnus par tous, ils restent souvent encore trop peu utilisés par EDF et par les prestataires.

DES MANAGERS TOUJOURS TRÈS SOLLICITÉS

Dans leurs activités quotidiennes, les managers du Groupe me font toujours part :

- d'une forte pression interne et externe (maîtrise des plannings, des coûts, nombreux changements à accompagner, exigences de l'autorité de sûreté, pression médiatique, etc.),
- de tâches administratives trop nombreuses et d'outils de gestion des ressources humaines inadaptés,
- en France, d'un système de management intégré (SMI), parfois mal décliné avec trop de réunions peu efficaces.

Ces difficultés peuvent être amplifiées par une expérience technique insuffisante pour qu'ils puissent appuyer efficacement leurs équipes.

Le volume de travail induit par ces difficultés est probablement une des raisons des faiblesses, qualitatives et quantitatives, de la présence des managers sur le terrain. Trop souvent tournés vers les activités temps réel, ils éprouvent des difficultés à mobiliser leurs collaborateurs.

J'observe aussi fréquemment une charge de travail inégalement répartie entre les acteurs et des rythmes différents entre des équipes qui réalisent pourtant le même type d'activités. J'encourage à réduire ces disparités qui nuisent à l'efficacité et à la sérénité de tous.

Malgré ces difficultés, je me réjouis de constater que la mobilisation et l'engagement des managers de tous niveaux restent forts dans l'ensemble du Groupe. Ils ne ménagent pas leurs efforts, ils compensent parfois les faiblesses des organisations ou de certains de leurs collaborateurs et font le maximum pour que leurs équipes progressent.

Partage en équipe

Les réseaux de managers les aident à partager difficultés et bonnes pratiques, à simplifier certaines façons de faire, à reproduire des innovations, à lutter contre le cloisonnement, à développer la solidarité managériale. Ils leur sont une aide efficace et j'encourage à les généraliser.

Dans un contexte difficile, les managers sont porteurs d'enjeux forts, aussi bien pour l'atteinte des objectifs et la maîtrise des risques à court terme que pour la préparation de l'avenir. Ils ont le soutien de leur hiérarchie et doivent être davantage protégés des sollicitations qui les éloignent de leurs équipes et de leur cœur de métier.

MES RECOMMANDATIONS

Dans le contexte de baisse des effectifs à EDF SA, je renouvelle ma recommandation aux directeurs de la DPNT et de la DIPNN de renforcer la mobilité du personnel d'encadrement, en réfléchissant à des objectifs chiffrés de mobilités entre unités et entre directions, en pilotant ces mobilités et en veillant à valoriser les parcours croisés.

À EDF SA, les outils de gestion des ressources humaines sont chronophages et ne répondent que très partiellement aux attentes. Pour éviter de détourner les managers de leurs activités cœur de métier, je recommande au directeur des ressources humaines de rénover ces outils, en veillant à les simplifier et à en améliorer la cohérence.

Pour aider à la réussite des futurs projets, les besoins en compétences doivent être suffisamment anticipés. Je recommande :

- **au directeur général d'EDF Energy de poursuivre les analyses des scénarios de transition des AGR vers les EPR,**
- **au directeur de la DIPNN d'organiser les parcours des acteurs des projets EPR, pour capitaliser les expériences acquises dans les différentes phases de ces projets au bénéfice des projets suivants.**

6 LE RETOUR D'EXPÉRIENCE : DES APPROCHES CONTRASTÉES

Une équipe organisational learning *au Royaume-Uni*

Le retour d'expérience (REX) joue un rôle important pour la sûreté en permettant d'éviter de reproduire les mêmes erreurs.

Simple dans son principe, qui consiste à donner la bonne information à la bonne personne au bon moment, il nécessite rigueur et constance dans son déploiement.

Une structuration efficace d'un volume important de données est vitale pour exploiter le REX et mettre à profit les progrès offerts par les outils numériques.

Le retour d'expérience (REX) contribue à l'un des 10 fondamentaux de la culture de sûreté portée par WANO : l'apprentissage permanent (*continuous learning*). Chacun dans le groupe EDF doit participer activement à la collecte de l'expérience, d'exploitation ou de conception, aussi bien interne qu'externe. Les éléments recueillis doivent être analysés pour en tirer des leçons et, avant toute activité, on doit prendre en compte le retour d'expérience disponible.
J'ai conscience des difficultés posées par la déclinaison de ce principe, simple en théorie, mais finalement complexe dans son déploiement.

DES PRINCIPES SIMPLES…

La notion de REX est ancienne. Dès le début de la production nucléaire en France, la base SAPHIR de données des événements a été créée pour tracer les écarts, les analyser et proposer des actions correctives. La pratique du partage d'expérience (PEX) est, elle aussi, ancienne : se réunir pour échanger l'expérience sur un sujet donné.

De nombreux documents, comptes rendus, bilans, synthèses régulières, etc. contiennent aussi de l'information au service du retour d'expérience. La

principale difficulté est de fournir cette information à celui qui en a besoin, au moment où il est intéressé et sous une forme facile à utiliser.

Les exploitants mondiaux et l'INPO se sont attaqués à ce défi. Au début des années 2000, ils ont défini des organisations dédiées au REX, les *Corrective action programmes* (CAP ou PAC en français : plan d'actions correctives) rapidement adoptées par le Royaume-Uni et la France.

Ces CAP/PAC abordent le sujet de façon systémique en respectant quelques principes :

- tous les acteurs, EDF et prestataires, peuvent remonter simplement un constat (défaillance matérielle, erreur humaine, défaut documentaire, faiblesse organisationnelle, situation à risque, etc.),
- les managers encouragent et facilitent cette remontée,
- tous les jours, des experts dédiés caractérisent les constats et les tracent,
- le REX externe est aussi pris en compte,
- les analyses, simples ou approfondies, proposent des actions régulièrement validées par les managers,
- des analyses sont menées pour dégager des tendances,
- ce travail est réalisé aux niveaux local et central.

En France et au Royaume-Uni, ces organisations (PAC et CAP) existent, des ressources leur sont dédiées (entre 4 et 5 emplois dans chaque site et entre 5 et 12 au niveau central) et les réunions associées au cycle de traitement du REX se tiennent.

Le REX, support du pré-job briefing

… DIVERSEMENT INTERPRÉTÉS

Dans toutes les entités visitées, je constate que l'importance du REX fait l'unanimité. Questionné sur ce thème, et quel que soit son niveau, chacun exprime son souhait de l'utiliser, pour limiter la répétition d'écarts, et de l'enrichir pour aider les autres. Tout a ainsi tendance à devenir du REX : un compte rendu, une réunion de partage, un mail, etc. Louable en première analyse, cette approche s'écarte notablement des principes internationaux et nuit à la volonté de disposer d'un REX traçable, unique et accessible.

Je ressens trop souvent en France que le processus a pris le pas sur le sens et n'est pas assez au service des performances, ni suffisamment tourné vers les intervenants.

À la DPN, la volonté de coller aux principes est présente mais elle se heurte à leur déclinaison pratique : saisie des constats, mise en forme du REX, capacité à le retrouver. Je note ainsi que l'ergonomie et le contenu de la base BIP (base intervenants parc qui vise à mettre le REX à disposition de tous) ne donnent pas satisfaction. Le principal vecteur de REX est émis par le niveau central, avec le compte rendu du REX hebdomadaire, très riche mais peu pédagogique, pour lequel un travail d'amélioration est engagé.

L'ingénierie, sans doute en difficulté pour traiter tous les constats par un processus unique, se limite aux principaux concernant la conception. Cette approche a le mérite de simplifier mais prive de la richesse potentielle de l'ensemble des remontées du terrain.

Les équipes des chantiers EPR privilégient le PEX et les échanges directs plus simples, plus réactifs et plus détaillés, au détriment d'une mise en forme pédagogique et d'une traçabilité du REX à l'épreuve du temps pour les futurs projets.

EDF Energy, autour de 2005, lors de la création de son organisation du REX, s'est heurté aux mêmes difficultés. Elle les a surmontées, sans transiger sur les principes en simplifiant :

- la saisie des constats,
- la mise en forme du REX, en veillant à la pédagogie et à la filiation des documents,
- le système de recherche.

Le REX fait ainsi partie de la culture d'EDF Energy : encouragé par les managers et apprécié par les personnes rencontrées qui comprennent son importance et l'utilisent de façon régulière « *I can't do without it* ».

EN FRANCE, UNE SAISIE DES CONSTATS LABORIEUSE…

Aujourd'hui, à la DPN, la saisie des constats reste compliquée et prend du temps. C'est une source d'insatisfaction et de démobilisation. La démarche CAMELEON est engagée (cf. encadré) pour faire évoluer cette situation d'ici à la fin 2018. La saisie devrait être simplifiée et pourrait être effectuée à terme depuis des smartphones.

Pour maîtriser le volume du REX à traiter, la DIPNN se concentre sur les principaux écarts de conception qui, priorisés dans une instance dédiée, font l'objet de fiches d'action REX (FAREX). Une quarantaine de fiches sont émises chaque année et stockées dans une base de

données en y associant des documents (bilans, rapports, etc.). Cette approche a le mérite de prioriser mais le REX devient affaire de spécialistes.

Au Royaume-Uni, EDF Energy a fait le choix d'une base unique, *Asset management system*. Son usage est maintenant stabilisé et ne pose plus de souci aux utilisateurs pour la saisie des constats. Pour l'EPR de Hinkley Point C, une démarche a été engagée dès le début du chantier de façon à impliquer tous les acteurs (EDF et prestataires) dans le progrès permanent. L'outil développé en cinq mois offre une grande souplesse dans la remontée des constats : à partir d'un poste informatique, d'un smartphone ou d'une fiche papier déposée dans des kiosques situés dans chaque zone de travail.

Organisational learning portal (OLP)

C'est un outil informatique de mise à disposition du REX développé par EDF Energy à partir de la suite logicielle *Sharepoint*. Grâce à des bandeaux défilants, il donne un accès rapide aux éléments de REX les plus récents et les plus importants. Pour un événement donné, on peut suivre la filiation des différents documents produits (description initiale, premières leçons tirées, analyse causale, échanges techniques, rapports détaillés) et s'arrêter au niveau de détail recherché. On peut s'abonner pour recevoir par mail et à la fréquence souhaitée (jour, semaine, mois) une alerte sur les événements concernant des thèmes sélectionnés (robinetterie, électricité, sécurité, etc.). On peut aussi réaliser des recherches, et même générer des filtres automatiques (particulièrement utilisés pour la préparation des arrêts de tranche).

… ET UNE STRUCTURATION DU REX EN AMÉLIORATION

Le volume du REX augmente rapidement au fil du temps. Pour qu'un intervenant, plusieurs années après un événement, puisse le retrouver et se l'approprier facilement, une structuration est indispensable.

En France, j'ai été marqué par la multitude des bases de données (Terrain, SAPHIR, CID, CQFD, FAREX, BIP, etc.). Chacune adopte une mise en forme différente et l'intervenant a du mal à trouver facilement l'information sous une forme exploitable. Conscient de cette situation, la DPN a initié, dans le cadre du projet CAMELEON, une refonte du système d'information du REX. En particulier, le module eBriD (cf. encadré) en cours de déploiement vise à faciliter les briefings/débriefings et la mise à disposition du REX à l'intervenant. J'en suivrai les effets et j'observerai la satisfaction des équipes.

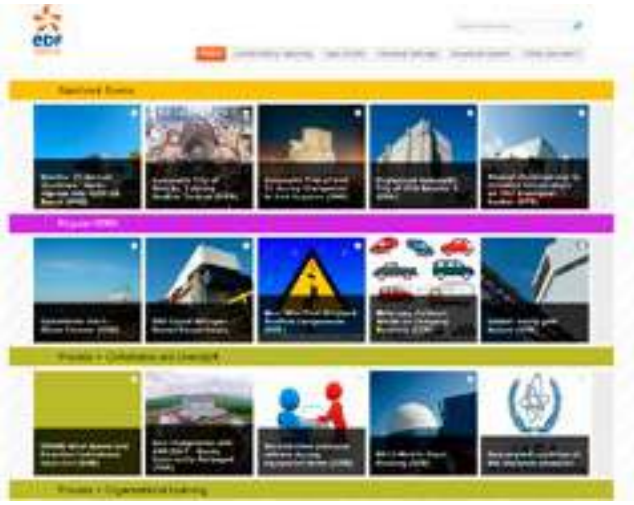
Au Royaume-Uni, l'outil de mise à disposition du REX *Organisational learning portal* (cf encadré) est plébiscité par les utilisateurs et reconnu par WANO comme un excellent produit. J'ai constaté son utilisation régulière par les équipes. Sa force tient à la modernité de son interface et à l'application rigoureuse d'un processus de structuration :

- *initial brief* - sous deux jours, un événement justiciable d'un partage rapide fait l'objet d'une unique page, pédagogique et illustrée, qui décrit simplement les faits et donne les actions immédiates à réaliser. Aucune fiche n'est émise tant qu'elle n'a pas la qualité suffisante, appréciée à travers une grille d'évaluation,
- *learning brief* - sous une semaine, une fiche didactique, elle aussi évaluée, précise les premiers enseignements et propose des actions complémentaires,
- *event analysis* - sous 30 jours, une analyse est émise (65 jours si l'analyse est approfondie) et complète les actions si nécessaire,
- en parallèle, le *reporting* des sites sur les suites données, en particulier la réalisation des actions, les échanges entre les experts, sous forme de *chat* ou de partage de photos ou documents sont réalisés *via* l'OLP.

L'OLP donne ainsi, à partir d'un seul point d'entrée, un accès progressif et simple à l'information. J'apprécie le professionnalisme des équipes chargées du REX dans les sites et au niveau central. Elles garantissent de façon collective le respect des délais et un bon niveau pédagogique. En particulier, elles appliquent à leurs propres activités les principes du REX et de l'amélioration continue.

J'observe que la totalité du REX remonte par cet unique canal. Chaque année, environ 300 *initial briefs*, 500 *learning briefs*, 1 600 analyses simplifiées et 50 approfondies sont ainsi réalisés à partir d'environ 45 000 constats.

Tout en continuant à promouvoir la remontée d'un maximum de constats, EDF Energy cherche à prioriser les documents produits pour maintenir la qualité et la pertinence du REX.



La page d'accueil d'OLP

À LA RECHERCHE DU MOTEUR DE RECHERCHE

Même simplifiées et structurées, les données du REX restent volumineuses et retrouver l'information n'est pas simple. Tout le monde rêve d'un Google du REX qui permettrait, avec quelques mots clés, d'extraire les éléments significatifs pour une situation donnée.

Le logo du projet CAMELEON

CAMELEON

Futur outil de support du REX de la DPN, ce projet engagé en 2014 et porté par l'UNIE, est en cours de déploiement dans quatre sites pilotes (Tricastin, Blayais, Nogent et Flamanville). Il vise à simplifier la saisie des constats et proposera une application sur smartphone. Cet outil remplacera progressivement toutes les bases de données. Il pourrait être aussi utilisé par la DIPDE.

En France, un moteur de recherche du REX (MRR) a été développé. Il doit permettre de retrouver dans les différentes bases de données tous les documents associés à des mots clés. J'ai constaté un accueil mitigé des utilisateurs. La pertinence et le tri des informations remontées sont perfectibles (trop d'objets, mal priorisés). De plus, la gestion des droits d'accès aux bases de données restreint l'accès à certains documents proposés.

Au Royaume-Uni, l'OLP intègre un moteur de recherche. Malgré une volonté de simplification, les tris multiples restent parfois complexes. Au besoin, il est facile de faire appel à l'équipe REX locale qui réalise la recherche à votre place et créé un filtre personnalisé réutilisable ultérieurement. Une réflexion est engagée pour adapter le moteur de recherche et le rapprocher des outils utilisés sur internet.

eBriD, pour le briefing et le débriefing

Intégré à CAMELEON, c'est un logiciel de collecte et de capitalisation du REX par l'intervenant pour l'intervenant. Grâce à cet outil, le REX peut être émis au moment de l'intervention et rattaché aux activités analogues gérées dans le système d'information de la maintenance. L'utilisateur devient acteur du REX : il intègre dans eBriD le REX qu'il souhaite retrouver pour la prochaine réalisation d'une activité. La recherche est simplifiée par le lien direct avec les activités de maintenance. L'outil facilite le briefing et le débriefing de l'activité.

Dans le cadre de ses travaux sur les *big data*, la R&D d'EDF pourrait aussi apporter une solution. En effet, les nouveaux traitements numériques ouvrent de grandes perspectives grâce à leur capacité à croiser sur de longues durées des valeurs physiques, des textes de rapports, des images vidéo, etc. Certaines solutions, déjà en phase de test avec des utilisateurs, permettent de trier rapidement de très gros volumes de données et de les mettre en forme selon les besoins de l'exploitant.

Le logo du projet eBRID

MA RECOMMANDATION

Simple dans son principe, essentielle pour la sûreté, la mise en pratique du REX est complexe du fait du volume des données. Elle nécessite un effort de simplification et plus de pédagogie dans l'élaboration des documents. Je recommande aux directeurs de la DPNT et de la DIPNN de réorienter conjointement le développement d'un système d'information du REX, en s'appuyant sur l'expérience d'EDF Energy.

7 DES FONDAMENTAUX DE CONDUITE À RÉAFFIRMER

Salle de commande : le cœur de l'exploitation

Une installation nucléaire est très automatisée. La qualité de la surveillance exercée par les équipes de conduite, dans la salle de commande et aussi sur le terrain, est donc fondamentale, notamment pour la sûreté.

Le renouvellement de génération doit s'accompagner d'une réappropriation des fondamentaux de la conduite : exigences de sûreté, organisation et leadership propres à ce métier. Et cela, du terrain à la direction.

La digitalisation est une occasion pour la conduite de gagner en qualité et en efficacité, en veillant à ne pas s'écarter des fondamentaux.

Les équipes de conduite jouent un rôle clé dans le respect des règles d'exploitation, essentiel pour la sûreté des réacteurs. En première ligne en cas d'accident, elles portent une responsabilité particulière. Elles ont une place importante dans la réussite des projets tranche en marche et arrêt de tranche, en phase de préparation et de réalisation. C'est pourquoi, lors de mes visites, je cherche systématiquement à apprécier la solidité du métier de la conduite, suivre son adaptation aux changements d'organisation ou d'outils numériques et vérifier qu'il garde toute sa place au centre de l'exploitation.

UN SOCLE EXPLICITE DE FONDAMENTAUX

Depuis plusieurs années, j'observe une volonté de clarifier et de simplifier le référentiel de conduite. Ainsi en France, la DPN a élaboré dans les années 2000 le guide Noyau de cohérence conduite (NCC), régulièrement remis à jour. L'édition de 2014 précise avec pédagogie aussi bien les principes de base du métier que l'organisation et le leadership associés à la conduite. Au Royaume-Uni, les fondamentaux font l'objet de différents carnets et des notes d'organisation précisent la place de la conduite

dans les réunions focus opérationnel. Dans les deux pays, la référence est le SOER 2013-1 (*Significant operating experience report*) de WANO, qui décrit les meilleures pratiques internationales de conduite.

Les exigences d'exploitation en France

J'ai noté des approches intéressantes qui pourraient donner lieu à partage. Ainsi en France, le NCC a notamment le mérite de regrouper, en un seul document simple, l'essentiel des principes à respecter. J'ai aussi apprécié la clarification de la surveillance « tête haute » associée au rôle de l'opérateur pilote de tranche. Pour la rendre visible, certains sites utilisent un brassard qui identifie la personne chargée de cette responsabilité et une alarme pour réaliser cette surveillance à la fréquence voulue. Au Royaume-Uni, j'ai été marqué par la souplesse de l'organisation. Ainsi, les services de conduite n'hésitent pas à adopter un roulement à 5 équipes au lieu de 6, durant la nuit, le week-end ou les arrêts de tranche, pour limiter les remplacements et la fatigue associée. De plus, à condition d'avoir les qualifications et les habilitations requises, une même personne peut occuper différents emplois au sein d'une équipe de quart. Ainsi, un superviseur en salle de commande peut remplacer un chef d'exploitation ou un opérateur.

UNE QUALITÉ D'EXPLOITATION À PÉRENNISER

J'ai noté, en 2017 comme en 2016, une progression des principaux indicateurs de sûreté d'exploitation. Elle est sensible pour les arrêts automatiques et manuels de réacteurs en France et au Royaume-Uni. Elle est aussi perceptible pour le respect des spécifications techniques d'exploitation, de façon plus marquée au Royaume-Uni. Ces progrès sont, de mon point de vue, liés au pilotage serré de ces domaines, au déploiement des bonnes pratiques internationales et aux échanges entre les deux parcs.

Ces améliorations ne doivent pas occulter les signaux faibles et les disparités de résultats entre les sites :

- en France, le nombre de non-qualités d'exploitation stagne depuis cinq ans (cf. encadré),
- le nombre de non-conformités de lignages reste aussi trop élevé en France malgré le plan d'action engagé alors qu'au Royaume-Uni la situation s'est améliorée,
- les durées d'arrêts pour maintenance ou pour rechargement dérivent, quoique la conduite n'en soit pas le seul responsable,
- l'incendie présente encore des faiblesses dans la prévention (entreposage de combustibles et fuites d'huile).

Malgré les efforts, il reste du chemin à parcourir. Les exigences sont claires, les organisations connues mais des actions doivent être engagées pour pérenniser les résultats. Les réponses se trouvent dans le SOER 2013-1 au paragraphe « *la clé d'une pérennisation à long terme* », plus précisément dans l'ancrage de l'application et du portage des fondamentaux dans les processus, les procédures et les indicateurs. C'est particulièrement vrai de l'usage des outils de fiabilisation au service de la sûreté. Le temps consacré sur le terrain à coacher les intervenants sur les fondamentaux me semble devoir être augmenté (cf. chapitre 5).

Quelques non-qualités d'exploitation

Après une intervention de maintenance programmée sur le circuit d'eau déminéralisée, celui-ci est remis en service. Une vanne de vidange est alors laissée partiellement ouverte provoquant une arrivée d'eau à l'étage inférieur. Plusieurs matériels, dont certains de sûreté, ont été aspergés, heureusement sans conséquence. Le robinet avait été mal refermé, bloqué par un maillon de la chaîne de consignation, sans que l'intervenant ne le détecte.
Dans un autre site, un arrêt automatique du réacteur se produit lors de la divergence après un arrêt programmé. L'opérateur et le superviseur avaient omis de valider une autorisation leur permettant d'augmenter la puissance du réacteur, comme le demande la procédure. Ce risque avait pourtant été identifié et partagé en amont de l'activité.
Dans les deux cas, l'application stricte des outils de fiabilisation (autocontrôle, minute d'arrêt, double contrôle, *pre-job briefing*) aurait permis d'éviter l'écart.

UNE SITUATION ENCORE TENDUE POUR LES COMPÉTENCES

En France, j'ai constaté des situations disparates dans le déploiement des emplois définis par le Noyau de cohérence conduite. L'exemple le plus marquant est celui des opérateurs pilotes de tranche (OPPT) dont les postes reste a pouvoir sur certains sites. De façon plus spécifique, la situation est la suivante pour les métiers de la conduite :

- chefs d'exploitation : le recrutement est complètement réalisé, avec encore parfois un certain manque d'expérience,

- chefs d'exploitation délégués : le souci est moins le recrutement que le positionnement dans le nouvel emploi, certains restant trop tournés vers la salle de commande et pas assez vers les projets tranche en marche et arrêt de tranche,
- OPPT pour lesquels la formation de superviseur est à généraliser,
- opérateurs, avec une baisse d'expérience globale liée a l'aspiration vers le poste d'OPPT,
- personnel de terrain avec parfois un manque d'expérience lié à l'aspiration rapide vers la salle de commande,
- délégués sécurité en exploitation pour lesquels l'évolution de positionnement impose un spectre d'activités plus large (consignation, animation des techniciens de terrain, animation de la sécurité) et le suivi d'une nouvelle formation dans le cadre des accidents multitranches.

Il faut veiller à accélérer les formations et à accompagner les intervenants. J'ai noté qu'un pilotage a été mis en place au niveau national pour respecter les délais associés au déploiement des modifications d'organisation liées au retour d'expérience de Fukushima.

Contrôle sur le terrain

Au Royaume-Uni, la situation des AGR ne pose pas de difficulté. L'organisation de la conduite est stabilisée. Les évolutions post-Fukushima sont limitées par la grande inertie de ce type de réacteur, associée à des sites ne comportant que deux réacteurs jumelés (une salle de commande). De plus, la souplesse de l'organisation permet d'adapter le recrutement aux éventuels imprévus. Il n'en va pas de même à Sizewell B dont une partie des opérateurs a été débauchée par un autre exploitant de REP, opérant en langue anglaise et nouvel entrant dans le nucléaire. Des actions ont été rapidement engagées pour faire face à cette situation susceptible de se reproduire.

UNE PLACE CENTRALE À MAINTENIR

La conduite doit occuper une place centrale dans l'organisation. Pour cela, les équipes de quart, qui assurent la responsabilité en temps réel (7 jours/7, 24 h/24), doivent bénéficier de l'écoute et du soutien de l'ensemble du site, en particulier des projets tranche en marche et arrêt de tranche. Il est aussi nécessaire que, par son exemplarité dans le portage des résultats opérationnels et des fondamentaux, la conduite investisse cette position centrale. De mes visites, je retiens une situation globalement satisfaisante, avec néanmoins trop de disparités entre les sites français.

Formation à l'exploitation

En France et au Royaume-Uni, une place centrale est donnée aux chefs d'exploitation (CE) dans les réunions opérationnelles quotidiennes, même si je note encore ici et là quelques CE trop « timides » qui mériteraient d'être coachés par leur manager. J'ai apprécié une pratique intéressante au Royaume-Uni où le CE du site est en prise directe avec le niveau national auquel il adresse chaque matin un message audio précisant le programme et les risques d'exploitation du site.

Concernant l'appui au projet tranche en marche, je note, en France et au Royaume-Uni, un manque de « détachés » de la conduite. Ce point ne se ressent pas actuellement sur les performances (pot de DI, écarts salle de commande, etc.) grâce aux interventions efficaces des équipes chargées du traitement des aléas prioritaires (équipe réactive en France, *DART diagnostic and repair team* au Royaume-Uni). Je serai néanmoins attentif à cette situation.

À l'inverse, le projet arrêt de tranche est bien pourvu en compétences conduite. La place des équipes en quart y est affirmée, en particulier lors des phases d'arrêt et de démarrage. En dépit de plannings d'arrêts exigeants, la direction affiche sans équivoque la priorité sûreté, en demandant aux équipes de prendre le temps de travailler en qualité. Ce message se heurte néanmoins à deux écueils : la volonté de vouloir tout solder avant la fin du quart et surtout l'usage insuffisant des outils de fiabilisation.

LES BÉNÉFICES D'UNE ANIMATION INTÉGRÉE AU PILOTAGE OPÉRATIONNEL

Au Royaume-Uni, j'ai apprécié l'efficacité du pilotage de niveau *corporate* assuré par le *Fleet manager* chargé de la conduite. Il tient mensuellement une réunion des chefs de service conduite, *Peer group* sponsorisé[1] par un directeur d'unité. Cette réunion porte sur le pilotage de la performance et le déploiement des fondamentaux de la conduite (gouvernance, leadership, etc.). Lors de cette réunion, les sites sont challengés (actions, indicateurs, etc.) et de l'aide peut leur être rapidement proposée. Le reporting se fait auprès du comité production du parc, l'OPDT (*Operations delivery team*) qui réunit tous les directeurs d'unité sous le pilotage de l'un d'entre eux. Ce

[1] *Le « sponsor » participe aux réunions sans les animer. Il challenge et coache le groupe. Il assure le lien avec le comité production national (OPDT) et avec les autres directeurs d'unités.*

comité challenge le *Peer group* et prend les décisions que celui-ci lui propose. De plus, dans chaque site, le chef de service conduite est le pilote de l'OPDT locale qui a un lien fort avec l'OPDT nationale. Les différentes instances interagissent étroitement avec une périodicité mensuelle et rapprochent l'opérationnel, les résultats d'exploitation et le déploiement du programme de changement des métiers de la conduite (*Transition diagram*).

En France, l'animation du métier conduite est assurée par le PCC-EO (Pôle compétences, conseil et efficacité des organisations, cf. chapitre 5). Trois ou quatre réunions des chefs de service conduite se tiennent chaque année, auxquelles participent en moyenne 75 % des sites. Le retour est réalisé vers les directeurs des opérations et la directrice adjointe ressources de la DPN. Le pilotage opérationnel (résultats, indicateurs, etc.) est assuré par le directeur délégué production lors du comité production. Le bouclage entre animation du métier et pilotage opérationnel est donc modeste. J'y vois une des causes de la faible progression globale des sites dans le déploiement du NCC.

Crew performance observation

Cette activité, développée par WANO, consiste à mener des observations approfondies, individuelles et collectives, d'équipes de conduite sur simulateur. Cette évaluation, réalisée par des pairs expérimentés vise à apprécier la capacité des équipes à faire face collectivement à diverses situations, normales et accidentelles. Cette démarche a déjà été appliquée avec succès pour les EPR de Taishan et de Flamanville 3. Elle a permis de valider la capacité d'équipes encore jeunes à s'approprier leur futur outil de travail. WANO va étendre les CPO aux autres sites dans le cadre des *Peer reviews,* contribuant ainsi au respect des exigences préconisées par le SOER 2013-1.

LA DIGITALISATION EN APPUI AUX FONDAMENTAUX

Le métier de la conduite se complexifie : plus d'exigences qu'autrefois, plus de matériels à conduire. Le REX est lui aussi plus dense. Il est source d'enseignements et peut compenser le manque d'expérience, à condition de le mettre efficacement à disposition des intervenants (cf. chapitre 6).

J'observe les efforts de digitalisation entrepris pour fournir à la conduite des outils permettant de répondre à toutes les exigences et d'améliorer la qualité d'exploitation. Sans exhaustivité, je retiens :

- en France, le projet COLIMO (consignation lignage et mobilité) qui simplifie et sécurise les consignations de matériels. Exemple de projet piloté pour et avec le terrain, il se greffe sur les outils existants avec un accès facilité par smartphone ou tablette. Il propose aussi des kiosques virtuels pour faciliter la délivrance d'autorisations de travail aux prestataires,
- l'essai de tablettes sur le terrain pour accompagner la surveillance,
- une approche analogue destinée aux opérateurs en salle de commande,
- au Royaume-Uni, le logiciel OLP, *Organisational learning portal,* pour une mise à disposition efficace du REX (cf. chapitre 6).

Le SEPTEN a développé le robot animateur de consignes ANTARES pour tester et vérifier rapidement les consignes accidentelles (chapitre VI des RGE) et dégager des gains importants sur la charge d'ingénierie.

La R&D d'EDF est aussi très engagée dans ce domaine. Dans le cadre de son programme Usine nucléaire du futur, elle propose plusieurs briques d'aide à la conduite :

- aide au pilotage avec un calcul 3D des effets d'empoisonnement du cœur par les produits de fission,
- aide au respect des spécifications techniques d'exploitation à usage des chefs d'exploitation et des ingénieurs sûreté,
- simulateur 3D d'entraînement aux actions de terrain, en particulier pour les lignages.

Je mesure lors des échanges avec les équipes de conduite une forte attente à voir de tels outils se généraliser et je conseille d'accélérer leur déploiement.

Usage d'une tablette pour les activités de terrain

MES RECOMMANDATIONS

Dans le retour d'expérience de Fukushima, la DPN a décidé de renforcer les postes de conduite et de mener les actions de professionnalisation associées. Je recommande au directeur de la DPN de mener à terme ce travail, en veillant particulièrement à la montée en compétences des acteurs concernés.

En France et au Royaume-Uni, des signaux faibles subsistent dans la qualité d'exploitation. Je recommande aux directeurs des deux parcs de mieux ancrer l'application des fondamentaux de la conduite dans les processus et les indicateurs.

8 L'INDISPENSABLE INTÉGRATION DES ENTREPRISES PRESTATAIRES

Test par des prestataires en zone contrôlée

La qualité de la maintenance, en grande partie assurée par les entreprises prestataires, est essentielle pour garantir la sûreté.

Un partenariat fort entre EDF et ses prestataires permet un partage des objectifs et des méthodes favorable à cette qualité.

Comme EDF, les prestataires sont confrontés au renouvellement de leur personnel et doivent s'engager activement dans le transfert de compétences.

INTÉGRER POUR MIEUX TRAVAILLER ENSEMBLE

Lors de mes visites, je rencontre des équipes prestataires et je perçois des ressentis et des positionnements différents en France et au Royaume-Uni. Dans les deux cas, l'expression me semble libre. Elle s'avère positive et constructive au Royaume-Uni, plus critique et revendicative en France. Cette perception se retrouve aussi dans l'expression du personnel d'EDF SA envers les prestataires.

Deux facteurs principaux semblent contribuer à la situation britannique : une approche *one team,* qui prône l'intégration, et une approche contractuelle transparente pour mieux se concentrer sur les enjeux techniques.

PARVENIR À UN ESPRIT *ONE TEAM…*

Dans une réunion au Royaume-Uni, il est difficile de faire la différence entre une personne d'EDF Energy et un prestataire. Au-delà des bleus de travail identiques, leur implication est la même. Dans la plupart des processus, ils tiennent leur rôle, avec une influence importante. Lors des visites, les prestataires britanniques évoquent

dès le début, systématiquement, les résultats du site, témoignant ainsi de leur appropriation.

Les managers appliquent les mêmes principes de leadership car ils bénéficient, ensemble, des mêmes formations que ceux d'EDF Energy. En raison de leur rôle essentiel auprès des équipes, cela crée une culture identique et favorise le dialogue et la compréhension des points de vue respectifs.

Ils sont très impliqués dans les instances de pilotage des sites, y compris à haut niveau pour certains (réunion opérationnelle quotidienne de direction de site). Ils font ainsi valoir leurs positions, proposent des solutions et contribuent efficacement aux résultats. Ils sont étroitement associés aux projets tranche en marche et arrêts de tranche, en particulier durant la préparation.

Ils sont aussi associés très en amont aux programmes d'animation du site (sécurité, radioprotection, etc.) pour caler les formations à réaliser, la communication, les partages avec d'autres entreprises, etc. Sur le plan de l'amélioration continue, ils participent aux réunions du CAP (*Corrective action programme*) ainsi qu'aux analyses et ils sont écoutés.

Sans avoir le caractère systématique de la pratique britannique, nombre de ces approches sont aussi pratiquées en France où j'observe des façons de faire prometteuses :

- les conventions tripartites (exploitant, ingénierie, sous-traitants) qui impliquent très en amont les prestataires dans les solutions à déployer,
- un fonctionnement en entreprise étendue qui fédère tous les acteurs autour des mêmes objectifs, en partageant les outils, voire les mêmes locaux, pour fluidifier les interfaces,
- les fédérations d'entreprises animées par un prestataire dans des zones à fort enjeu pour mieux se coordonner.

… EN CRÉANT UN CONTEXTE FAVORABLE

Au Royaume-Uni, la plupart des prestataires interviennent dans le même site depuis longtemps et ont confiance dans le fait d'être reconduits. Plusieurs points peuvent expliquer cette situation.

Des sites diversement responsabilisés. Une *Supply chain* chargée des achats, de la politique industrielle, des pièces de rechange, etc. est présente dans chaque site. Elle entretient un dialogue à la fois avec les services opérationnels et les prestataires pour clarifier le volet technique des contrats. Le dialogue est ouvert et aborde tous les aspects : volumes, prises de risques, marges, etc. Le dialogue technique reste déterminant. L'entité centrale de *Supply chain* d'EDF Energy fédère, anime et appuie les entités locales. Leurs liens sont étroits et les sites sont plus responsabilisés que ceux d'EDF SA.

Du fait de la taille d'EDF SA, sa politique d'achats est centralisée. Elle est établie sur une relation classique clients-fournisseurs, souvent en approche forfaitaire. L'intérêt financier est indéniable car il permet une massification propre à réduire les dépenses mais cette démarche s'éloigne de la réalité du terrain. Je me demande si un équilibre ne doit pas être trouvé en fonction des activités : est-il judicieux de procéder de la même façon pour un contrat de nettoyage local et l'achat de composants lourds destinés à un grand nombre de sites ?

La connaissance des marges. La communication de leurs marges par les prestataires britanniques est sans tabou (valeur, variabilité avec la charge ou les risques pris, volumes de main-d'œuvre, etc.). Elles figurent généralement dans les contrats. En découplant les volets financier et technique, le prestataire peut se concentrer en toute confiance sur son intervention et sa contribution aux performances. Cela n'empêche pas une négociation et un contrôle des dépenses strict et régulier par le client. Lors de nos échanges en France, les prestataires refusent d'aborder les aspects financiers de façon transparente, en particulier de donner leurs marges. Pour justifier ce refus, ils évoquent le manque de confiance dans l'utilisation qui pourrait être faite de ces données.

Travailler ensemble

Des prestataires associés aux résultats des sites. En faisant évoluer leurs méthodes, voire celles du client, les prestataires britanniques n'hésitent pas à proposer des améliorations favorables aux résultats du site : qualité, sécurité et gains financiers. En France, une part croissante des contrats prévoit des clauses de bonus-malus associées aux résultats. Plus récemment, la mise en place progressive des partenariats productivité est une opportunité de créer un dialogue autour de gains budgétaires partagés.

La visibilité donnée aux prestataires sur le long terme. Au Royaume-Uni, les contrats sont renouvelés comme en France environ tous les cinq ans mais le titulaire est le plus souvent reconduit si sa prestation est de qualité et d'un prix raisonnable. La transparence des marges facilite cette prise de décision. Cela contribue à créer des relations de long terme favorables à un esprit *one team*. En France, les entreprises changent plus fréquemment de site lors du renouvellement des marchés, qui sont pour la plupart massifiés. L'aspect qualitatif de la prestation (mieux-disance) ne me semble pas peser suffisamment dans les réattributions locales et il mérite d'être réaffirmé dans la relation entre le prescripteur et l'acheteur. Afin de donner aux prestataires la visibilité suffisante pour adapter leurs compétences à la charge prévisionnelle, la

DPNT organise chaque année une réunion présentant les besoins d'ensemble et le calendrier des activités, notamment du Grand carénage. Cela ne procure néanmoins pas la même visibilité locale qu'au Royaume-Uni.

En synthèse, il m'est difficile d'apprécier les gains ou les surcoûts du modèle britannique comparé aux pratiques françaises. En effet, les contextes législatifs, la taille et l'homogénéité des parcs diffèrent. Je note cependant un effet positif des pratiques britanniques qui facilitent une implication des prestataires favorable aux résultats, notamment de sûreté. Je pense qu'un équilibre peut être trouvé en France entre une indispensable maîtrise des coûts et une confiance avec les prestataires, maintenue dans la durée. Dans ce cadre, j'observe des évolutions prometteuses de la politique d'achats : révision des conditions générales d'achats, modes de contractualisation innovants, évolution des critères de sélection des offres, etc.

J'ai noté la création prochaine à la DIPNN d'une direction industrielle, chargée notamment de la politique industrielle. Cela est une opportunité pour mettre en cohérence les politiques industrielles et clarifier les interfaces entre entités impliquées dans la qualification, l'évaluation et la surveillance des fournisseurs. Je recommande de profiter de la création de la direction industrielle pour favoriser les relations de partenariat avec les entreprises dans les politiques industrielles et celles d'achats.

MAINTENIR LES COMPÉTENCES : UN ENJEU PARTAGÉ

En France, les entreprises prestataires sont, comme EDF l'a été, sujettes aux départs massifs en retraite et au rajeunissement de leur personnel. Le recrutement, la formation et le transfert d'expérience ont donc une grande importance, d'autant que l'activité augmente avec notamment le Grand carénage.

J'apprécie la dynamique engagée par EDF pour challenger et accompagner les prestataires en leur donnant de la visibilité sur la charge de travail et en menant des actions communes vers le monde éducatif pour faciliter le recrutement. On m'a toutefois signalé des tensions pour certaines ressources : par exemple, robinetiers et chaudronniers dans les sites de production et, plus récemment, électriciens dans le chantier de Flamanville 3.

Chantier école

Un conteneur mobile de formation pour le plus grand nombre

SPIE nucléaire a conçu et utilise une unité mobile de formation consacrée à trois risques de sécurité majeurs : chute de hauteur, risque électrique et risque routier. Proposant des formations théoriques et sur simulateur, elle aide, grâce à sa mobilité, à sensibiliser le plus grand nombre en allant à la rencontre des salariés sur le terrain. Régulièrement utilisée par les CNPE, elle contribue aussi à créer et à partager une même culture de sécurité.

Certaines grandes entreprises font des efforts de formation en créant notamment des chantiers écoles. J'ai ainsi visité, en 2017, le centre de SPIE nucléaire qui forme ses salariés dans les domaines sécurité (cf. encadré), soudage, robinetterie, tuyauterie, électricité, instrumentation, assistance à l'exploitation, etc. Il propose, dans une approche pragmatique, des moyens simples tournés vers l'intervenant et relaie les bonnes pratiques, en particulier de fiabilisation des interventions.

Les associations de prestataires, qui intègrent aussi les PME, ont rénové leurs chantiers écoles et simplifié avec l'appui d'EDF SA les formations, pour mieux adapter les contenus pratiques aux besoins.

J'apprécie aussi l'usage d'outils numériques apprenants qui facilitent l'adhésion et la fidélisation de la jeune génération :

- la plateforme communautaire Internet EUREKA, animée par EDF SA, met en relation la communauté des intervenants d'entreprises et compte plus de 3 500 membres,
- les tablettes utilisées pour réaliser des pré-job briefings avec des photos et accompagner l'intervenant tout au long de son activité,
- les lunettes caméra connectées pour réaliser, lors d'interventions sensibles, des vidéos réutilisables dans les formations,
- les parcours de *e-learning,* en particulier sur les pratiques de fiabilisation.

J'observe une progression encourageante dans la recherche de synergies entre les sites et les prestataires dans le développement des maquettes et chantiers écoles. Un effort reste néanmoins nécessaire pour les utiliser davantage.

SIMPLIFIER ET CLARIFIER LES EXIGENCES D'EDF SA

Lors de mes rencontres avec les prestataires, je constate un ressenti négatif en raison d'exigences formulées de façon trop complexe, hétérogènes entre les entités et éloignées de la pratique industrielle courante. Ils perçoivent des différences importantes entre EDF SA et leurs autres clients. Ces difficultés se retrouvent à plusieurs niveaux.

Tout d'abord, malgré d'importants efforts d'harmonisation, des disparités se recréent entre les sites dans la déclinaison des exigences. Dans la formation aussi, les exigences ne sont pas toujours adaptées. Un robinetier m'a ainsi décrit une formation habilitante assemblage par brides boulonnées où de trop nombreux points seraient à valider.

De même, le processus de qualification des entreprises prestataires, jugé lui aussi complexe, peut freiner la volonté de certains de travailler dans le nucléaire. Je note le travail engagé par l'unité technique opérationnelle (UTO) pour simplifier cette organisation et faciliter ainsi l'accès aux nouveaux entrants.

Enfin, les critiques les plus fortes portent sur les clauses techniques et administratives des contrats. Trop nombreuses, parfois contradictoires, elles nécessitent d'être simplifiées, pour les prestataires comme pour les *contracts managers* et les chargés de surveillance d'EDF qui doivent les faire respecter.

Usage de lunettes connectées

Ce besoin n'est pas nouveau : dans les années 2000, la démarche ECOREP avait cherché à simplifier les cahiers des spécifications techniques. Ce travail a été repris, il y a quelques années, par le comité des référentiels techniques (CRT) en y associant les industriels pour les rapprocher des pratiques industrielles courantes. Je note que le centre d'ingénierie thermique (CIT) a déjà adopté une démarche de simplification similaire dont le parc nucléaire pourrait profiter. Ce travail important, de grand intérêt pour la qualité des interventions, doit être mené à son terme.

AMÉLIORER LA SURVEILLANCE PAR EDF SA

Des relations de confiance entre EDF et ses prestataires sont favorables à la qualité, il faut néanmoins s'assurer que les responsabilités de chacun sont clairement définies. En particulier pour l'exploitant, la surveillance joue un rôle fondamental : la confiance est renforcée par un contrôle adapté.

ADAPTER LA SURVEILLANCE DES FABRICATIONS

Tirant les enseignements des défauts des consoles du pont polaire de Flamanville 3 (2012), EDF a profondément révisé sa surveillance des fabrications. Les responsabilités et le périmètre d'intervention du CEIDRE ont été clarifiés, les compétences et le pilotage renforcés.

Suite aux dossiers barrés et non barrés (cf. chapitre 1), le CEIDRE a complété son dispositif avec notamment des visites inopinées chez les fabricants, des prélèvements de matière et des essais contradictoires. Ces mesures visent aussi à prévenir et à détecter les contrefaçons. Il importe que ces contrôles s'étendent progressivement aux fournisseurs de rang 2.

Ces évolutions vont dans le bon sens. Conscient des réticences que peuvent susciter de tels contrôles, aussi bien de la part des fournisseurs que des projets, je serai attentif à ce qu'ils soient soutenus par les parties prenantes.

DYNAMISER LA SURVEILLANCE DES ACTIVITÉS DANS LES CNPE

La surveillance est réalisée par environ 500 chargés de surveillance formés. Ils sont satisfaits de leur formation même si certains souhaiteraient un peu plus d'exercices pratiques. Ils sont animés par des pilotes de surveillance locaux, eux-mêmes coordonnés par un animateur national de PCC-EO.

Je note cependant les axes d'amélioration suivants :

- faciliter leur présence sur le terrain en les déchargeant des tâches administratives et en veillant à mieux caler leur surveillance avec le déroulement des activités,
- renforcer, par un accompagnement managérial plus fort, leur expérience technique (cf. encadré).

J'encourage le management à s'impliquer plus fortement pour aider les chargés de surveillance à gagner la confiance des prestataires.

Non-qualité lors d'une intervention sous-traitée

Pendant une période de maintenance, le remplacement d'une des pompes de sécurité injectant de l'eau dans le réacteur est programmé. Lors du remontage, une semelle en caoutchouc (plusieurs dizaines de centimètres) de la pompe tombe dans le circuit sans être décelée par les intervenants. Lors des essais avant redémarrage, une baisse de débit est constatée. Le circuit est ouvert et le défaut détecté. Le réacteur étant arrêté, l'événement n'a pas eu de conséquence de sûreté mais a désorganisé le site en provoquant un décalage de planning de 18 jours.
Cette activité avait pourtant été réalisée par une entreprise expérimentée et avait été identifiée comme à enjeu sûreté. Cette non-qualité met en évidence un défaut d'application des méthodes de fiabilisation des interventions (autocontrôle, double contrôle, minute d'arrêt). Elle n'a pas non plus été détectée par EDF lors de la surveillance.

MODERNISER L'ÉVALUATION DES ENTREPRISES

L'UTO évalue les entreprises à partir des fiches d'évaluation des prestations (FEP) établies par les CNPE et les autres entités. En cas de difficulté, elle programme des audits et peut décider de mises sous surveillance renforcée. Cela concerne une quarantaine d'entreprises chaque année.

Surveillance sur le terrain

Les prestataires sont parfois critiques sur ce processus d'évaluation basé sur des critères jugés mal adaptés, car ne prenant pas assez en compte les difficultés ni les efforts réalisés. Il leur apparaît trop procédurier, tourné vers les pénalités, peu à même de les intéresser à une réussite commune.

Publiées souvent tardivement, les FEP sont de qualité inégale. J'ai noté le projet de FEP électronique qui devrait assurer une meilleure réactivité et faciliter leur formalisation.

La démarche d'évaluation des entreprises me semble pertinente mais, faute d'une vision suffisamment partagée entre l'UTO et les sites, sa mise en œuvre n'est pas optimale. J'encourage l'UTO à convaincre les entités de la plus-value de ce processus et les sites à s'impliquer davantage dans la qualité et la réactivité des fiches d'évaluation.

MES RECOMMANDATIONS

Les relations des entreprises prestataires avec EDF doivent être tournées vers la qualité des interventions et fondées sur la confiance. Je recommande aux directeurs de la DIPNN et de la DPNT de profiter de la création de la direction industrielle pour favoriser des relations de partenariat avec les entreprises dans les politiques industrielles et d'achats.

Une relation de confiance n'exclut pas le contrôle. Je recommande au directeur de la DIPNN de continuer à renforcer l'efficacité du dispositif de surveillance des fabrications et au directeur de la DPNT, de dynamiser la surveillance des interventions dans les CNPE.

Au cours du temps, les cahiers des spécifications techniques se sont éloignés des pratiques industrielles courantes. Je recommande au directeur de la DIPNN, avec l'appui de la DPNT, de mener à terme la simplification de ces documents, engagée sous le pilotage du comité des référentiels techniques.

9 L'INGÉNIERIE AU SERVICE DES PARCS ET DES PROJETS NEUFS

Chantier de Hinkley Point C

La sûreté des parcs en exploitation et du nouveau nucléaire repose en particulier sur une ingénierie solide.

Conscientes des enjeux, les entités d'ingénierie poursuivent leur transformation pour renforcer efficacité et qualité, notamment avec la création d'EDVANCE.

Ces évolutions doivent contribuer au succès du Grand carénage et des EPR, projets majeurs pour le Groupe.

DES PRATIQUES FAVORABLES À LA SÛRETÉ

Depuis quelques années, j'observe avec satisfaction le développement de méthodes et d'outils d'ingénierie qui améliorent l'efficacité des équipes et la qualité des études. La plupart de ces pratiques sont issues de la politique du Groupe pour renforcer le pilotage en mode projet. Elles sont déclinées dans les programmes de transformation des entités concernées.

LE RENFORCEMENT DU PILOTAGE DES PROJETS

Une planification robuste, qui associe et responsabilise les acteurs, est dorénavant en place dans la plupart des projets. Les risques identifiés sont mieux maîtrisés par les équipes qui peuvent ainsi se centrer avec plus de sérénité sur la tenue des objectifs.

L'analyse technico-économique amène à réinterroger certaines options et à mieux cibler les moyens d'ingénierie pour aboutir à une solution répondant précisément aux exigences. J'en ai observé les bénéfices, notamment lors de la mise à jour du référentiel tornade pilotée par le SEPTEN, de la réingénierie du CCL (centre de crise local) par le CNEPE ou de la suppression de certaines modifications, proposée par la DIPDE dans le cadre de la 4e visite décennale (VD) du palier 900 MW.

Pour la préparation des VD et pour les projets neufs, un meilleur ciblage des besoins des clients finaux, lorsqu'il inclut des itérations entre le concepteur et l'exploitant, évite des reprises coûteuses en temps et en budget.

UNE TRANSVERSALITÉ ÉTENDUE

Le fonctionnement en équipe intégrée ou en entreprise étendue associant les contractants facilite le traitement des interfaces et l'harmonisation des pratiques. On m'a présenté notamment les plateaux pour les diesels post-Fukushima à la DIPDE, pour le CCL au CNEPE, ou encore les équipes intégrées pour Hinkley Point C. Celles-ci regroupent du personnel d'EDF SA, d'EDF Energy, d'AREVA NP, des bureaux d'études et des entreprises chargées de la réalisation. L'efficacité d'une telle approche m'apparaît clairement. Il faudra cependant veiller à la maîtrise des interfaces entre équipes d'un même projet et à l'actualisation des compétences métier des intervenants détachés de leur service.

Équipe intégrée

Pour les études des modifications de l'îlot nucléaire, la DIPDE m'a présenté ses réflexions pour nommer des ingénieurs intégrateurs en complément des concepteurs des différents métiers. Cette approche, qui vise une meilleure cohérence des études, me paraît prometteuse.

Lorsqu'elles seront pleinement déployées, les méthodes, telle l'ingénierie-système[1], associées à des outils performants (maquettes numériques, outils 3D/4D pour Hinkley Point C, *Plant lifecycle management*, etc.) permettront aussi de gagner en efficacité et en qualité. J'en suivrai le déploiement.

DES PARTAGES D'EXPÉRIENCE À POURSUIVRE

La confrontation des pratiques aide à progresser, par exemple lorsque le Centre d'ingénierie thermique appuie des entités nucléaires. De même, une unité d'ingénierie qui intervient pour plusieurs maîtres d'ouvrages (parc et projets neufs) met à profit ses différentes expériences pour améliorer efficacité et qualité. C'est aussi le cas des échanges franco-britanniques, profitables aux deux parties : en 2017 par exemple, les rencontres entre les *Design authorities* (cf. chapitre 3) leur ont permis de progresser. J'invite à développer encore ces échanges.

[1] *Démarche pluridisciplinaire reposant sur un découpage en sous-produits, couvrant tout le cycle de vie, pour maîtriser la traçabilité des exigences.*

LES INGÉNIERIES AU SERVICE DES CENTRALES EN EXPLOITATION

LE GRAND CARÉNAGE, UN PROGRAMME STRUCTURANT

Il regroupe 22 projets pour la prolongation de la durée de fonctionnement du parc et les modifications post-Fukushima. Piloté par une équipe resserrée, il est maintenant reconnu par l'ensemble de ses interlocuteurs dans son rôle de maître d'œuvre.

Ses interfaces avec la maîtrise d'ouvrage assurée par la DPN, mais aussi avec la *Design authority* du parc en exploitation et les entités d'ingénierie, sont bien positionnées. Les relations entre les chefs de projets et la direction du programme sont dorénavant fluides mais restent perfectibles avec les entités d'ingénierie auprès desquelles ils travaillent.

La qualité des relations avec l'ASN a progressé. Elles s'appuient maintenant sur des indicateurs harmonisés, pour le pilotage des points sensibles, et des rencontres périodiques à différents niveaux (*escalation process*).

Le Grand carénage applique des méthodes de pilotage efficaces qui imposent une plus forte standardisation dans les CNPE : plannings types d'interventions, cartes d'identité des risques, analyse des programmes pluriannuels de modifications, renforcement des échanges avec les prestataires, etc. Par exemple, la répartition des modifications entre différents arrêts de tranches a été optimisée pour respecter la durée prévue de ces arrêts, des analyses coûts-bénéfices ont remis en cause des modifications parfois déjà déployées dans certains réacteurs.

Cette situation entraîne une « dépaliérisation », c'est-à-dire des différences entre les réacteurs d'un même palier. J'attire l'attention sur l'importance de la maîtrise de la configuration et de la cohérence des lots de modifications.

Un diesel d'ultime secours de Civaux

MIEUX INTÉGRER LES ÉQUIPES COMMUNES

Ces équipes mixtes ingénierie-exploitation réalisent les modifications dans les centrales françaises. Je note que la satisfaction de leurs clients, les CNPE, progresse. J'invite toutefois les directions des sites à veiller à leur meilleure

intégration, car j'observe encore trop souvent des équipes physiquement isolées ou insuffisamment associées aux projets et à la vie du CNPE auquel elles sont rattachées.

Leur personnel est dans l'ensemble jeune et dynamique, encore en cours de professionnalisation pour une large part. Les effectifs des équipes et les renforts intersites ont été augmentés pour préparer les premiers arrêts du Grand carénage. Cette augmentation devra se poursuivre pour passer le pic de charge prévu en 2018-2020 (cf. chapitre 5).

Une partie des équipes est rattachée à la DIPDE et le reste au CNEPE, avec une animation transverse : la commission d'ingénierie de réalisation (CIR), présidée par le directeur de la DIPDE, assure le pilotage d'ensemble ; le Manuel qualité des équipes communes, mis à jour et simplifié en juin 2017, est appliqué par toutes les équipes ; les réseaux métiers sont actifs. Je serai attentif à ce que cette animation compense effectivement une tendance à l'éloignement observée dans les équipes rattachées à deux entités différentes.

UN APPUI RÉACTIF AUX PARCS

En France, les entités d'ingénierie de la DPNT et de la DIPNN apportent un excellent appui au parc dans le cadre de projets à fort enjeu ou de task-forces en cas d'aléas. Le rôle de l'UTO dans des dossiers complexes tels le manchonnage des tubes de générateurs de vapeur de Gravelines 5 ou la task-force associant SEPTEN, CEIDRE, UNIE et DIPDE pour les dossiers de ségrégation carbone en sont des illustrations.

Cependant, en raison du nombre de dossiers à mener de front, les services centraux de la DPN peinent à être suffisamment présents aux côtés des CNPE, à porter des actions de fond ou à accompagner des changements culturels.

Au Royaume-Uni, j'observe une forte implication des équipes nationales dans l'appui aux sites qui en ont besoin. Ces derniers sont considérés comme des clients auxquels les entités centrales apportent un service jusqu'à l'obtention des progrès attendus.

LES PROJETS EPR

TAISHAN : TÊTE DE SÉRIE

Le déroulement satisfaisant des essais à chaud donne confiance dans la conception des installations et la conservation des équipements. Près de 160 personnes de l'exploitation ont été intégrées aux équipes d'essais, ce qui leur a permis de se familiariser avec les matériels.

Lors de ma visite en octobre, le bâtiment du combustible du réacteur 1 était prêt à recevoir les premiers assemblages. Dans les autres zones, il restait à intégrer les dernières modifications, à achever des finitions et à nettoyer certains locaux. J'ai noté l'importance accordée par la direction du projet aux risques de corps migrants (FME) et d'incendie.

Les actions menées pour préparer l'exploitation donnent confiance, ce que confirment les évaluations externes : revue pre-OSART de l'AIEA, en janvier 2017, et revue de suite de la CPO (*Crew performance observation*) de WANO (cf. chapitre 7), en septembre 2017. Les évaluations se poursuivront en 2018, avec une visite commune des inspections nucléaires de CGN[1] et de la DPN après le démarrage du premier réacteur.

Jalons franchis par les projets EPR en 2017

- Taishan : début des essais à chaud en avril 2017, premier élément combustible introduit dans la piscine du bâtiment combustible en octobre.
- Flamanville 3 : essais à froid en décembre 2017, réussite de l'épreuve hydraulique du circuit primaire début janvier 2018.
- Hinkley Point C : premier béton de sûreté des galeries en mars 2017.
- EPR 2 : choix de la configuration pour la poursuite des études en octobre 2017.

Comme en 2016, j'apprécie l'approche pragmatique des équipes et leur prise en compte du REX des autres sites de CGN. L'appui du personnel détaché d'EDF (une cinquantaine de personnes) reste utile et apprécié. J'encourage à poursuivre les réflexions engagées sur les modalités de cette collaboration après le démarrage.

De plus, les échanges entre métiers se poursuivent avec les autres projets en cours (Flamanville 3, Olkiluoto 3 et Hinkley Point C). Au-delà de ces échanges utiles, j'attire l'attention sur l'importance pour les futurs projets, notamment Hinkley Point C, de disposer d'un REX structuré provenant des autres EPR (cf. chapitre 6).

Centrale nucléaire de Taishan.

FLAMANVILLE 3 : UN PLANNING TENDU

À Flamanville 3 aussi, des jalons significatifs ont été franchis en 2017 (cf. encadré).

Malgré la densité d'intervenants, la tenue du chantier est satisfaisante. Je déplore cependant la dégradation des résultats de sécurité (cf. chapitre 4). Dans une période où coexistent montages et essais, il est indispensable de

[1] *China General Nuclear Power Corporation.*

renforcer encore la vigilance sur les risques critiques, en particulier pour les consignations.

J'ai constaté les nombreuses co-activités du chantier. J'invite à en tirer le REX pour les futurs projets, car maîtriser leur coordination est un rôle essentiel d'EDF, qui contribue à la qualité de réalisation. Je rappelle l'importance de la présence sur le terrain des managers d'EDF et des prestataires.

Après l'épreuve hydraulique de Flamanville 3

Les premiers essais se sont déroulés de manière satisfaisante. Les essais à froid, commencés comme prévu en décembre, se sont achevés avec la réussite de l'épreuve hydraulique du circuit primaire début janvier 2018. La coopération entre les équipes du chantier et de l'exploitation se renforce et j'encourage à la développer. Cependant, le gel du design, le traitement des écarts résiduels, le maintien d'un rythme suffisant pour les montages et les transferts des systèmes à l'exploitant restent difficiles. Les dossiers de qualification des matériels aux conditions accidentelles ne sont pas complètement élaborés. L'instruction des dossiers concernant les autorisations règlementaires se poursuit avec l'ASN et l'IRSN.

Le CNPE finalise sa préparation à l'exploitation : poursuite de la professionnalisation des équipes, sécurisation des pièces de rechange (cf. chapitre 10), mutualisation de certaines activités avec Flamanville 1 et 2, etc.

J'apprécie le pilotage ferme du projet ainsi que la forte mobilisation des acteurs, EDF et prestataires. Malgré la pression toujours importante pour respecter le planning, je note avec satisfaction que la priorité donnée à la sûreté reste présente dans les équipes.

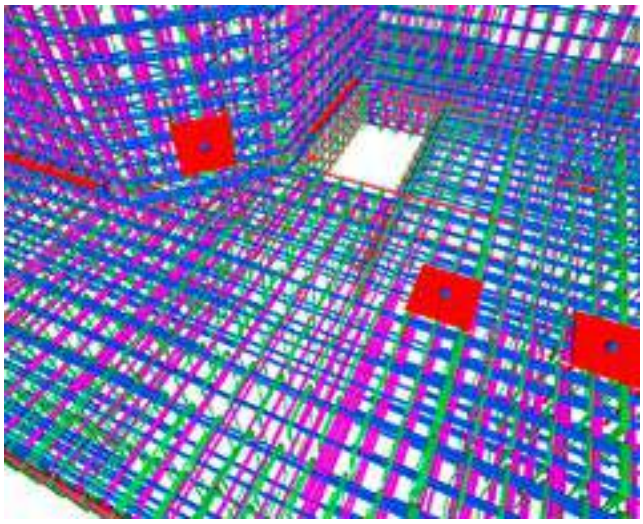
HINKLEY POINT C : UN DÉBUT DE CHANTIER ENCOURAGEANT

Une nouvelle gouvernance du projet, s'appuyant sur les conclusions de plusieurs revues et audits, se déploie. Elle devrait permettre d'optimiser les rôles, de clarifier les responsabilités et de renforcer la confiance dans les relations avec l'ONR.

Je retiens notamment la création d'un poste de directeur technique, *Technical director,* avec un rôle transverse important. Il concentre en effet les responsabilités de contrôle de la qualité et d'acceptation des études. Il pilote les choix des grandes options techniques conjointement avec la directrice de l'ingénierie. Le rattachement direct des six *Programme directors* au directeur général renforce leur rôle central dans le projet.

Néanmoins, l'articulation entre la direction du projet et les entités d'ingénierie qui constituent le *Responsible designer*[1] reste complexe. En complément des évolutions prometteuses engagées, j'invite à profiter de la création d'EDVANCE (cf. encadré) pour simplifier ce fonctionnement au bénéfice de la qualité des études et aussi de la sérénité des équipes.

Lors de ma visite du chantier, qui compte près de 2 500 personnes dont plusieurs détachés de CGN, j'ai constaté que l'organisation, la culture de sécurité, le contrôle de la qualité sont en place, en cohérence avec les 10 fondamentaux de WANO. Cela donne confiance dans la capacité du projet à maîtriser la réalisation.



Ferraillage 3D

On m'a aussi présenté des pistes d'amélioration de l'efficacité et de la qualité, par exemple : le modèle 3D pour le ferraillage, qui permettra à terme de se passer de plans papier ; le maillage fort entre les *Command centres*[2] (en France, à Bristol et à Hinkley Point), facilité par l'usage d'outils modernes de communication ; le *pre-construction planning* intégré avec les sous-traitants ; les outils 4D qui ajoutent la dimension temporelle au modèle tridimensionnel de l'installation. En 2018, je m'intéresserai à l'apport de ces méthodes prometteuses.

L'EPR 2 : DES HYPOTHÈSES CLARIFIÉES

En vue de la préparation du renouvellement du parc, les équipes d'EDF et d'AREVA NP ont poursuivi en 2017 les études d'optimisation du design de l'EPR. Fin octobre 2017, la décision a été prise de poursuivre les études sur la base d'une configuration technique appelée EPR 2.

[1] *Entités d'ingénierie portant la responsabilité du design.*
[2] *Centres de pilotage des différents contributeurs au projet.*

Dans la solution retenue, la puissance du réacteur est identique à celle de Taishan. Elle permet une bonne prise en compte des premiers retours de l'ASN suite à la diffusion du dossier d'orientations de sûreté de l'EPR NM. L'EPR 2 bénéficie des études déjà menées pour améliorer la constructibilité et faciliter l'industrialisation de l'EPR NM. Tout cela contribue à réduire les risques.

Les méthodes d'ingénierie déjà utilisées devraient faciliter la maîtrise de la configuration du projet. J'invite néanmoins à veiller à ce que les changements d'outils évoqués ne perturbent pas le déroulement et la qualité des études pour lesquelles la pression du planning restera forte.

Les équipes du plateau commun EDF-AREVA NP font partie d'EDVANCE (cf. encadré). La confrontation de leurs expériences d'études et, pour certaines, des chantiers de Flamanville et d'Olkiluoto, contribue à sécuriser le projet.

Il en est de même de l'implication des entreprises dès la phase actuelle, avec des détachements de génie-civilistes dans le plateau ou une organisation en entreprise étendue, entre le CNEPE et l'industriel chargé du basic design du groupe turbo-alternateur.

Comme les années précédentes, je note une solide gouvernance du projet et j'encourage à maintenir l'implication de la DPN dans les instances décisionnelles et les activités quotidiennes des équipes.

LA CRÉATION D'EDVANCE

En regroupant des compétences d'EDF SA et d'AREVA NP, EDVANCE (cf. encadré) porte des enjeux essentiels pour toute la filière nucléaire française : en assurer la compétitivité, sécuriser l'exécution des projets, pérenniser les compétences critiques, soutenir le développement international et le renouvellement du parc. Pour réussir son ambitieux programme, la direction d'EDVANCE vise à développer une culture commune.

J'ai perçu une adhésion au changement mais aussi des attentes fortes de simplification (interfaces, méthodes, outils) de la part des équipes qui ressentent de plus en plus de pression pour augmenter leur productivité. Pour réussir ce challenge, tout en conservant la motivation et la sérénité des acteurs, j'invite à une approche en rupture visant à simplifier fortement ces domaines.

EDVANCE

Créée en juin 2017, EDVANCE, filiale d'EDF (80 %) et d'AREVA NP (20 %), joue le rôle d'EPCC (*Engineering, procurement, construction, commissioning*) pour l'ingénierie de l'îlot nucléaire et le contrôle commande des nouvelles constructions pour le Groupe et l'exportation.
Chaque projet est porté par EDF ou une société de projet ad hoc.
AREVA NP, le chaudiériste, reste concepteur et fabricant du circuit primaire principal et fournisseur du contrôle commande de sûreté et de l'instrumentation associée.
Le périmètre d'EDVANCE couvre les activités précédemment assurées par différentes entités d'ingénierie (SOFINEL, une grande partie des activités du CNEN et une partie des activités du SEPTEN, du CEIDRE et d'AREVA NP). L'ingénierie des projets (EPR 2 puis Hinkley Point C et Flamanville 3) lui est progressivement transférée.
Ses équipes sont constituées de personnel détaché des maisons mères ou des sociétés d'ingénierie partenaires, dans le cadre des sociétés en participation constituées pour chaque projet.

Si l'amélioration de la performance est impérative, elle ne doit pas nuire à la qualité des réalisations, indispensable à la sûreté. Il me paraît important de ne pas perdre les savoir-faire de SOFINEL. J'invite aussi la direction d'EDVANCE à finaliser sans tarder l'organisation de sa filière indépendante de contrôle et à bien l'articuler avec celle de la DIPNN.

De plus, la création de cette filiale va s'accompagner d'une nouvelle organisation des entités de la DIPNN. Il me paraît important qu'EDVANCE et la DIPNN mènent leurs transformations de façon cohérente. Cela est souhaitable dans plusieurs domaines : REX, méthodes d'ingénierie, outils, parcours professionnels, formations, animation des métiers transverses, etc.

MES RECOMMANDATIONS

La réussite du projet de Hinkley Point C, entré dans une nouvelle phase, passe par une organisation efficace et des relations de confiance avec l'ONR. Je recommande au directeur général d'EDF Energy et au directeur de la DIPNN de continuer à simplifier les instances décisionnelles et les interfaces, notamment entre la direction du projet et les entités constituant le *Responsible designer.*

EDVANCE porte, pour l'avenir de la filière nucléaire, des enjeux majeurs qui passent par une amélioration de la performance de l'ingénierie. Je recommande au directeur de la DIPNN de veiller à :
- **la cohérence des transformations menées par EDVANCE et la DIPNN,**
- **la fluidité des parcours professionnels entre EDVANCE et le reste du Groupe.**

10 LES PIÈCES DE RECHANGE : UN DOMAINE À RÉINVESTIR PAR LES MÉTIERS

Diffuseur de pompe primaire

En France, l'organisation des pièces de rechange est centralisée et bénéficie depuis quelques années de démarches contribuant à un niveau global de sûreté satisfaisant.

Complexe, ce domaine suscite encore des insatisfactions conduisant à un manque de confiance des acteurs.

Au Royaume-Uni, l'organisation est décentralisée pour s'adapter à la spécificité d'un parc hétérogène.

Les pièces de rechange (PdR) concourent à la disponibilité des systèmes. Si je n'ai pas constaté d'impact important sur la sûreté lié à un défaut associé aux PdR, j'observe en France des difficultés voire des insatisfactions dont j'ai cherché à apprécier les causes.

Je me suis plus particulièrement centré sur les organisations, la qualité du stockage, le contrôle technique, l'obsolescence, ainsi que sur la spécificité de Flamanville 3.

UNE ORGANISATION CENTRALISÉE EN FRANCE

La DPN, du fait de la taille de son parc et surtout d'une technologie standardisée, a fait le choix d'une organisation centralisée. Une entité nationale, l'unité technique opérationnelle (UTO), est chargée du pilotage d'ensemble, y compris du déploiement des outils associés. La majeure partie des PdR est ainsi stockée sur des plates-formes nationales (cf. encadré).

La sûreté est prise en compte dans la typologie des PdR (cf. encadré) qui vise notamment à une disponibilité optimale des pièces de sûreté (20 000 références sur 360 000 au total).

De nombreuses entités contribuent au fonctionnement de l'ensemble de la chaîne d'approvisionnement :

- l'ALN (agence logistique nationale) réceptionne, stocke et transporte les pièces à partir des plates-formes centralisées,
- les CNPE sont responsables des demandes de PdR (définition et réservation), du stockage local et du retour des pièces non utilisées ou à réparer,
- les entités d'ingénierie (DIPDE, CNEPE, UNIE) définissent les caractéristiques des pièces à commander suite aux modifications ; la DIPNN joue le même rôle pour les projets neufs,
- la direction des achats et ses agences locales contractualisent les approvisionnements et les réparations.

Ce grand nombre d'acteurs est sans doute à l'origine d'une partie de la complexité perçue par les métiers.

UNE ORGANISATION DÉCENTRALISÉE AU ROYAUME-UNI

Le parc britannique comporte un seul REP (Sizewell B) et 14 réacteurs AGR très différents entre eux. Cela conduit à rendre chaque site responsable de la gestion de ses PdR, depuis leur commande jusqu'à leur stockage. Le nombre de PdR est défini conjointement par les équipes locales d'ingénierie et de la *Supply chain,* en cohérence avec la durée d'exploitation des réacteurs. Comme en France, cette analyse est réalisée sur la base de l'examen prospectif des besoins à cinq ans, des délais d'approvisionnement et de l'historique des consommations.

Magasin de Sizewell B

Certaines pièces, dites stratégiques en raison de leur coût, de leurs délais d'approvisionnement ou de l'impact d'une défaillance sur la production, sont gérées au niveau national. L'*Engineering governance delivery team* (conseil de gouvernance des pièces stratégiques) supervise le niveau de risque et les décisions d'achats. Différents groupes *ad hoc*, dont certains associent les fournisseurs, préparent ses décisions. La majorité des pièces de rechange stratégiques des AGR sont stockées dans le site de Heysham, le reste chez les fournisseurs.

Typologie des stocks de PdR en France

Les PdR sont classées en catégories selon leur niveau de sûreté et les exigences qui leur sont applicables. Elles sont répertoriées dans un catalogue national, le fichier technique des PdR (FTPDR) qui contient toutes les informations utiles.
Les 360 000 références gérées, correspondant à plusieurs millions de PdR, sont réparties entre différents stocks selon leur fréquence de consommation et leur sensibilité pour la sûreté ou la disponibilité.
Le stock de sécurité national (SSN), environ 10 000 références de PdR sensibles pour la sûreté ou la disponibilité dont l'utilisation est soumise à approbation nationale et qui sont stockées dans les plates-formes centralisées.
Le stock de sécurité local (SSL), environ 10 000 références de PdR sensibles pour la sûreté ou la disponibilité, stockées dans les CNPE pour en disposer en moins de 24 heures.
Le stock d'exploitation national (SEN), environ 70 000 références de PdR fréquemment utilisées et/ou appelées par les programmes de maintenance prescrits par l'UNIE, stockées dans les plates-formes centralisées.
Le stock d'exploitation local (SEL), environ 10 000 références de PdR fréquemment utilisées et de moindre coût, stockées dans les CNPE pour limiter les transports et simplifier la logistique.
Les pièces sur commande (PSC), environ 150 000 références de PdR à usage exceptionnel et sans stock garanti, demandées directement par les CNPE à l'UTO. Elles nécessitent une forte anticipation car les délais d'approvisionnement peuvent atteindre plusieurs années.
En complément, plus de 100 000 références dites inactives, avec un stockage de PdR local ou national, ne sont plus demandées pour des raisons diverses.

UN STOCKAGE DE QUALITÉ

LE STOCKAGE DES PDR DANS LES SITES

En France et au Royaume-Uni, j'ai constaté le bon état général des magasins où les pièces sont stockées dans des conditions satisfaisantes.

En France, une attention particulière est portée aux composants électroniques et polymères stockés dans des locaux dédiés bénéficiant d'un suivi de la température et de l'hygrométrie. Ce n'est pas le cas dans tous les sites d'EDF Energy.

Les gestes et les contrôles des magasiniers sur les pièces stockées sont réalisés comme prévu, par exemple tourner régulièrement les moteurs d'un quart de tour.

En France, je suis surpris du taux élevé de remplissage des magasins des sites, contrairement aux objectifs prévus de transfert des PdR vers les magasins centralisés. Il s'avère qu'une partie du SEN est encore présente localement, faute de place dans le stockage national. De plus, les

zones consacrées aux pièces en réparation sont de plus en plus encombrées au point qu'un site a dû construire un magasin dédié.

LE STOCKAGE CENTRALISÉ EN FRANCE

Le site de Velaines est l'une des plateformes de stockage centralisé des PdR (cf. encadré). En 2017, j'ai noté des progrès significatifs depuis ma dernière visite en 2014 : propreté et rangement des locaux, engagement des personnes rencontrées. En revanche, j'ai été surpris de constater la construction de nouvelles extensions de stockage si peu de temps après la mise en service de la plateforme initiale.

D'autres sites, comme Saint-Leu d'Esserent et Dieppedalle, sont utilisés pour stocker respectivement des pièces lourdes, en raison d'un accès fluvial et de grosses pièces à rotation très faible. De plus, dans l'attente de la construction de l'extension de Velaines, plusieurs magasins sont loués comme stockages provisoires.

La plateforme logistique de Velaines

Cette plateforme, mise en service en 2011, est issue d'un projet visant à améliorer la maîtrise des PdR en centralisant leur stockage et en optimisant les flux.
Environ 120 personnes (EDF et prestataires) gèrent dans 39 000 m^2, 6 millions de pièces correspondant à 100 000 références. Ces pièces, de masse inférieure à 10 tonnes, ne nécessitent pas de transports exceptionnels. Les livraisons sont réalisées :

- par une navette quotidienne qui dessert chaque CNPE,
- de façon « flash », par des taxis qui dépannent en cas de fortuit,
- en préparation des arrêts pour maintenance, par un camion qui livre les pièces nécessaires aux interventions.

Une extension est en construction pour recevoir, à partir de 2018, sur 30 000 m^2 supplémentaires des pièces issues des CNPE, des autres centres de stockage dont Saint-Leu et des magasins loués.

UN CONTRÔLE TECHNIQUE À RENFORCER EN FRANCE

Comment être sûr de monter la bonne pièce ? Cette question se pose au moment de l'intervention mais le risque d'anomalie existe dès la commande et diverses lignes de défense ont été érigées pour s'en prémunir.

En France et au Royaume-Uni, un premier contrôle par sondage est réalisé en usine lors de la fabrication des PdR. La surveillance des activités sous-traitées en cascade reste une difficulté. De plus, cette vérification ne me semble pas présenter des garanties suffisantes vis-à-vis d'une fraude éventuelle. Je suivrai le renforcement du dispositif engagé en France par le CEIDRE.

Réception au magasin de Velaines

En France, lors de son arrivée à la plateforme de stockage centralisé, chaque PdR fait l'objet d'une vérification limitée aux aspects visuels et documentaires par un magasinier, sans compétence technique.

À sa réception par les magasins des sites, en France et au Royaume-Uni, elle fait l'objet d'un contrôle similaire (visuel et documentaire) par un magasinier. Ensuite, au Royaume-Uni, les PdR sont mises en quarantaine jusqu'à un contrôle systématique de conformité approfondi par un homme du métier. J'ai visité un local très bien équipé (mise à la terre, matériel de contrôle électronique, etc.) dédié à cette vérification. En France, je n'ai observé cette pratique que dans un site.

Lors de la prise en charge par le métier, la PdR doit être vérifiée.

Après les interventions, une partie des PdR revient au magasin. Certaines n'ont pas été utilisées, d'autres l'ont été partiellement, quelques-unes sont à réparer. À cette étape se pose aussi la question d'un contrôle préalable à leur réintégration dans le magasin local ou national. Au Royaume-Uni, le passage en quarantaine et le contrôle par le métier sont systématiques, ce qui n'est pas le cas en France. Cela peut conduire à remettre dans le circuit des pièces défectueuses dont les défauts ne seront détectés que tardivement. On m'a rapporté le cas d'une carte électronique mal « ré intégrée » en magasin et à l'origine d'un arrêt automatique de réacteur. La majorité des défauts est néanmoins détectée au moment du montage ou des essais avant remise en service du matériel, sans impact sur la sûreté.

UN TRAITEMENT DE L'OBSOLESCENCE PERFECTIBLE

L'obsolescence est une préoccupation majeure des deux parcs nucléaires.

Le risque d'obsolescence augmente en raison d'un cycle de vie commercial des matériels de plus en plus court. Ce phénomène touche tous les matériels, y compris des robinets, dès lors qu'ils comportent des composants électroniques programmables. Ainsi à Flamanville 3, certains composants (cartes électroniques, câbles organiques, collectrons, etc.) nécessiteront rapidement un traitement d'obsolescence.

En France, de nombreuses actions ponctuelles ont été menées pour répondre à des problèmes urgents. Par exemple, pour le contrôle commande du palier N4, des contrats de maintien en conditions opérationnelles ont été négociés. Ces actions nécessitent un engagement fort des instances d'ingénierie (UTO, UNIE, DIPDE, CNEN, CNEPE) et de la R&D d'EDF. Le nombre des intervenants conduit à une dispersion des efforts, à un manque de clarté des responsabilités et à un questionnement sur l'exhaustivité des traitements. Centrée sur l'UTO, la démarche engagée par la DPN pour fédérer le traitement des problèmes d'obsolescence me semble nécessaire.

Au Royaume-Uni aussi, le phénomène d'obsolescence est sensible, particulièrement pour les AGR en fin d'exploitation. EDF Energy a donc passé des contrats avec des entreprises qui s'engagent à maintenir, dans la durée, des compétences et des lignes de fabrication.

Dans les deux pays, cela incite à constituer des stocks stratégiques pour certaines pièces.

En France, l'augmentation des contraintes réglementaires, en particulier celles liées à l'arrêté ESPN, accroît les durées de fabrication. Par exemple, la durée de fabrication et de qualification des mécanismes de grappes peut atteindre huit ans. Ces contraintes peuvent amener des fabricants à cesser de produire certaines pièces. Au final, cela retarde parfois le remplacement de matériels ou amène à réparer d'anciennes pièces plutôt que d'utiliser des neuves.

EN FRANCE, UNE SÉRÉNITÉ ET UNE CONFIANCE DES MÉTIERS À RETROUVER

DES SITES INSATISFAITS MALGRÉ DES RÉSULTATS HONORABLES

Dans tous les sites, les métiers expriment un mécontentement à l'égard de la mise à disposition et de la qualité des PdR. J'entends beaucoup d'expressions à propos de pièces non conformes, de pièces courantes non disponibles, etc., sources de pertes de temps et d'énergie. Cette perception conduit les CNPE à sur-réserver car ils craignent de ne pas disposer à temps des PdR nécessaires, voire à commander directement auprès des fournisseurs. A *contrario*, les indicateurs sont corrects et s'améliorent depuis plusieurs années : pas d'impact sûreté, peu d'impact sur les autres performances. De plus, les sites apprécient la réactivité de Velaines.

Contrôle visuel d'une pièce de rechange

Dans ce contexte, se faire une opinion n'est pas simple. Il m'apparaît que le mode de travail et les échanges entre les acteurs doivent évoluer pour créer la confiance par une meilleure compréhension des attentes réciproques.

RENFORCER LA COMMUNICATION DE L'UTO VERS LES SITES

J'observe un déficit de communication de l'UTO vers les sites, principalement vers les métiers, qui crée des lacunes dans la connaissance notamment :

- des installations de stockage centralisé,
- de l'organisation de la gestion des PdR,
- de notions de base comme celles relatives aux pièces sur commande (cf. encadré).

L'UTO a donc engagé des actions telle la visite du site de Velaines pour les métiers. Cette démarche positive me semble à amplifier, en particulier avec l'appui de documents pédagogiques.

En France, un nouveau système de pilotage

Ce système d'information et de pilotage, développé en 2017, repose sur une plateforme commune à l'UTO et aux CNPE. Précédemment réalisé par plusieurs entités, le calcul des indicateurs de pilotage est désormais automatisé : clients non servis, taux d'anticipation des demandes, ratio besoin/consommation, etc. Cet outil donne accès à l'ensemble des données et décrit les méthodes de calcul des indicateurs. Évolutif, il devrait permettre, à terme, le pilotage d'une partie des contrats d'achat des PdR.

Une autre pierre d'achoppement est la méconnaissance et l'interprétation des indicateurs. Pour y remédier, l'UTO promeut un nouveau système de pilotage plus transparent (cf. encadré) mais qui, pour le moment, n'est utilisé que par les ingénieurs chargés des PdR. Il mérite d'être partagé avec les métiers.

MIEUX RESPONSABILISER LES MÉTIERS

Je constate dans les sites une certaine déresponsabilisation à l'égard des PdR avec une demande souvent supérieure au double du besoin et une vérification des pièces dans le magasin faible et pas toujours anticipée. J'observe un manque de proactivité dans la mise à jour et le contrôle des bases de données qui éviteraient le temps perdu à traiter les demandes en urgence.

De plus, les responsables de logistique (RLOG) chargés des PdR sont positionnés de façon variable : directeur délégué, contrôleur de gestion, directeur technique, etc. L'animation nationale s'en trouve compliquée, la visibilité des PdR amoindrie. C'est ce qui peut expliquer en partie la posture en recul des métiers.

METTRE À JOUR LA BASE DE DONNÉES

L'UTO et les CNPE s'accordent sur le manque de qualité de la base de données FTPDR. La responsabilité de cette

situation ancienne, dont l'UTO a hérité des sites, doit être assumée conjointement. La remise à niveau des 360 000 références engagée par l'UTO devrait s'étaler sur près d'une dizaine d'années.

Système de pilotage des pièces de rechange

LES PDR DE FLAMANVILLE 3 : RÉUSSIR L'INTÉGRATION DANS LE PARC

La mutualisation des PdR de ce réacteur unique dans le parc sera très faible (actuellement moins de 5 % des 30 000 références gérées par l'UTO).

La mutualisation avec les autres EPR, dont Hinkley Point C, sera aussi très limitée, en raison des écarts de conception, du recours à des fournisseurs différents et qui répondent à des exigences propres à chaque pays.

Les premières pièces de rechange de Flamanville 3 (gros composants et pièces de consommation courantes) ont été identifiées par la DPN et commandées par la DIPNN. Certaines d'entre-elles ont été ou vont être utilisées dans le cadre des essais. Dès lors, il me paraît essentiel que l'exploitant s'assure du maintien du stock pour garantir la pérennité d'exploitation.

Après démarrage, ce stock sera réintégré dans celui géré par l'UTO. On m'a fait part de deux difficultés :

- la mise en cohérence de l'identification des PdR de Flamanville 3 avec la base FTPDR,
- l'impact éventuel de cette intégration dans un contexte d'encadrement budgétaire des stocks, sans pénaliser les PdR du parc.

MES RECOMMANDATIONS

Dans les équipes de direction des CNPE français, la responsabilité des pièces de rechange est portée de façon hétérogène. Je recommande au directeur de la DPN de s'assurer que les responsables PdR dans les directions des sites sont désignés à un même et bon niveau dans tous les CNPE.

En France, pour limiter le risque de PdR non conformes, je recommande au directeur de la DPN de renforcer le contrôle technique des pièces réintégrées par les métiers dans les magasins des CNPE.

Dans un contexte où le phénomène d'obsolescence des matériels s'accélère, je recommande au directeur de la DPNT, en liaison avec la DIPNN, d'améliorer l'organisation pour la rendre plus réactive et anticipative.

ANNEXES

LES INDICATEURS DE RÉSULTATS DES PARCS NUCLÉAIRES

EDF SA
EDF ENERGY

LES SITES NUCLÉAIRES

EDF SA
EDF ENERGY

LES ÉTAPES INDUSTRIELLES DES UNITÉS DE PRODUCTION

EDF SA
EDF ENERGY

TABLE DES ABRÉVIATIONS

LES INDICATEURS DE RÉSULTATS DU PARC NUCLÉAIRE D'EDF SA

Nº	Indicateurs	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
1	Nombre d'événements significatifs pour la sûreté classés dans l'échelle INES (1 et plus), par réacteur[1]	1,15	1,17	1,17	0,91	1,55	1,19	1,14	1,16	0,98	1,21
2	Nombre d'événements significatifs pour la sûreté (INES 0 et plus), par réacteur[1]	10,34	10,93	10,45	10,57	11,90	11,60	10,8	10,03	9,78	11,59
3	Nombre de cas de non-conformité aux STE, par réacteur	1,70	1,39	1,55	1,36	1,52	1,34	1,55	1,24	1,48	1,41
4	Nombre d'erreurs de lignage[2], par réacteur	0,62	0,53	0,77	0,71	0,70	0,66	0,60	1,03	1,04	1,84
5	Nombre d'arrêts du réacteur, par réacteur (et pour 7 000 heures de criticité[3]) • Automatiques • Manuels	 0,51 0	 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	 0,41 0,04
6	Dose opérationnelle collective moyenne, par tranche en service (en hSv)	0,66	0,69	0,62	0,71	0,67	0,79	0,72	0,71	0,76	0,61
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 14 -	 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
8	Nombre d'événements significatifs pour la radioprotection	107	102	91	92	114	116	113	109	117	131
9	Disponibilité (%)	79,2	78,0	78,5	80,7	79,7	78,0	80,9	80,76	79,6	77,1
10	Indisponibilité fortuite (%)	4,4	4,6	5,2	2,2	2,8	2,6	2,4	2,48	2,02	3,26
11	Taux de fréquence des accidents du travail avec arrêt (pour 1 million d'heures travaillées) (Tf) [4]	4,4	4,3	4,1	3,9	3,5	3,3	3,2	2,7	2,8	2,2

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 SA et prestataires.*

LES INDICATEURS DE RÉSULTATS DU PARC NUCLÉAIRE D'EDF ENERGY

N°	Indicateurs	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
1	Nombre d'événements classés dans l'échelle INES (1 et plus), par réacteur	1,13	0,80	0,93	1,33	0,80	0,80	0,33	0,47	0,27	0,40
2	Nombre d'événements sûreté dans l'échelle INES (0 et plus) par réacteur	4,53	5,47	5,60	4,7	4,6	5,1	4,5	7,40	9,6	6,07
3	Nombre de cas de non-conformité aux STE, par réacteur	0,27	0,13	0,60	0,33	1,67	0,67	1,53	1,00	0,80	0,60
4	Nombre d'erreurs de lignage, par réacteur	0,27	0,13	0,60	0,33	3,07	3,33	2,80	2,87	3,07	0,93
5	Nombre d'arrêts du réacteur, par réacteur (et pour 7 000 heures de criticité)										
	• Automatiques	1,13	0,82	0,58	0,74	0,64	0,45	1,17	0,57	0,3	0,49
	• Manuels	1,04	1,44	1,68	1,22	0,84	1,03	0,62	0,19	0,42	0,37
6	Dose opérationnelle collective moyenne, par tranche en service (en hSv)										
	• PWR	0,264	0,337	0,271	0,537	0,037	0,386	0,365	0,048	0,544	0,296
	• AGR	0,167	0,100	0,018	0,084	0,063	0,034	0,074	0,067	0,021	0,020
7	Dosimétrie individuelle :										
	• Nombre de personnes dont la dose est supérieure à 20 mSv	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	• 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	38	31	43	43	50	27	27	18	20	10
9	Disponibilité (%) :										
	• Parc EDF Energy	51,2	71,0	65,7	72,0	78,0	78,9	72,1	77,30	83,0	81,6
	• PWR	89,2	87,4	45,6	82,5	89,2	83,0	84,1	100	82,0	83,8
	• AGR	48,5	69,8	67,1	71,3	76,3	78,2	70,2	73,7	83,1	81,2
10	Indisponibilité fortuite (%)										
	• Parc EDF Energy	20,4	13,2	19,6	13,0	8,9	6,9	10,7	2,3	5,1	5,0
	• PWR	2,1	0,9	54,3	3,4	9,9	0,2	0,7	0	0,1	0,0
	• AGR	21,8	14,0	17,1	13,7	8,7	7,9	12,3	2,7	5,8	5,7
11	Taux de fréquence des accidents du travail avec arrêt (pour 1 million d'heures travaillées) (Tf) [1]	1,8	0,6	0,4	0,6	0,5	0,2	0,2	0,4	0,3	0,2

1 *Taux de fréquence EDF Energy 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 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 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					1				
Exploitation		34	20	4					
Déconstruction	1					6	1	1	
Unité d'appui aux centrales									7

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 ÉTAPES INDUSTRIELLES DES UNITÉS DE PRODUCTION D'EDF SA

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

VD1 : 1re visite décennale
VD2 : 2e visite décennale
VD3 : 3e 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 jours en 2016 pour les réacteurs de Heysham, Hartlepool et Torness.

TABLE DES ABRÉVIATIONS

A

AAR	Arrêt Automatique Réacteur
AEN	Agence pour l'Energie Nucléaire de l'OCDE
AGR	Advanced Gas-cooled Reactor
AIEA	Agence Internationale de l'Énergie Atomique
ALARA	As Low As Reasonably Achievable
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

B

BMA	Bibliothèque des Modèles d'Activités

C

CAP	Contrat Annuel de Performances
CEFRI	Comité français de certification des entreprises pour la formation et le suivi du personnel travaillant sous rayonnements ionisants
CEIDRE	Centre d'Expertise et d'Inspection dans les Domaines de la Réalisation et de l'Exploitation
CENG	Constellation Energy Nuclear Group (États-Unis)
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
CNEN	Centre National d'Équipement Nucléaire
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
CSN	Conseil de Sûreté Nucléaire
CSNE	Comité Sûreté Nucléaire en Exploitation de la DPN

D

DAIP	Division Appui Industriel à la Production
DCN	Division Combustible Nucléaire
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
DTG	Division Technique Générale

E

EDT	Équipe Dédiée Terrain
EDVANCE	Filiale d'EDF (80 %) et Framatome (20 %)
EGE	Évaluation Globale d'Excellence
EIPS	Équipement d'Intérêt Protégé pour la Sûreté
EMAT	Équipes Mutualisées d'Arrêt de Tranche
ENISS	European Nuclear Installations Safety Standards Initiative
ENR	Énergies Renouvelables
ENSREG	European Nuclear Safety Regulators Group
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)
EXELON	Compagnie d'électricité (États-Unis)

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)
GPEC	Gestion Prévisionnelle de Emplois et des Compétences
GPSN	Groupe Performances Sûreté Nucléaire (UNIE)

H

HCTISN	Haut-Comité pour la Transparence et l'Information sur la Sécurité Nucléaire

I

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)
IOP	Ingénierie OPérationnelle
IRAS	Ingénieur chargé des Relations avec l'ASN (CNPE)
IRSN	Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire

J

JANSI	Japan Nuclear Safety Institute
JNES	Japan Nuclear Energy Safety Organisation

L

LLS	Turboalternateur d'ultime secours
LWRS	Light Water Reactor Sustainability Program

M

MAAP	Mission d'Appui et d'Assistance à la Performance, (DPNT)
MAE	Mission d'Audit et d'Évaluation de la DIPNN
MARN	Mission d'Appui à la gestion des Risques Nucléaires
MDEP	Multinational Design Evaluation Program
MEEI	Maintenir un État Exemplaire des Installations (projet de la DPN)
MME	Méthodes de Maintenance et d'Exploitation
MOMR	Maîtrise Opérationnelle et Management des Risques (DIPNN)
MPL	Manager de Première Ligne
MQME	Projet visant à améliorer 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)
NRA	Nuclear Regulation Authority (Japon)
NRC	Nuclear Regulatory Commission (États-Unis)
NSSC	Nuclear Safety and Security Commission (Corée du Sud)

O

OIU	Organisme Interne de l'Utilisateur
ONR	Office for Nuclear Regulation (Royaume-Uni)
OSART	Operational SAfety Review Team (AIEA)

P

PARTNER	PARc Tertiaire Nucléaire Eco-Rénové
PBMP	Programme de Base de Maintenance Préventive
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*
PSPG	Peloton Spécialisé de Protection de la Gendarmerie
PUI	Plan d'Urgence Interne

R

RCP	Circuit primaire principal
RCV	Circuit auxiliaire de contrôle volumétrique et chimique du circuit primaire principal
R&D	Direction Recherche et Développement
REB	Réacteur à Eau Bouillante
REP	Réacteur à Eau Pressurisée
RET	Régime Exceptionnel de Travaux
RIS	Circuit d'injection d'eau de secours pour assurer le refroidissement du réacteur

R

REX	Retour d'EXpérience
RGV	Remplacement des générateurs de vapeur
ROSATOM	Agence fédérale de l'énergie atomique russe
RPN	Instrumentation de mesure de la puissance nucléaire du réacteur
RTE	Réseau de Transport d'Électricité
RTGV	Rupture de Tube de Générateur de Vapeur

S

SAT	*Systematic Approach to Training*
SDIN	Système D'Information du Nucléaire
SDIS	Services Départementaux d'Incendie et de Secours
SEPTEN	Service d'Études et Projets Thermiques et Nucléaires
SGDSN	Secrétariat Général de la Défense et de la Sécurité Nationale
SIR	Service d'Inspection Reconnu
SMI	Système de Management Intégré
SODT	Safety Oversight Delivery Team
SOER	Significant Operating Experience Report (WANO)
SOFINEL	Bureau d'études à participation EDF-AREVA
SOH	Socio-Organisationnel et Humain
SPR	Service Prévention des Risques
SRD	Safety and Regulation Department (EDF Energy)
STE	Spécifications Techniques d'Exploitation
SYGMA	SYStème de Gestion de la MAintenance

T

TEM	Tranche En Marche
TEPCO	Tokyo Electric Power COmpany (Japon)
TNPJVC	Joint-venture entre les compagnies chinoises CGN (51 %), Guangdong Yuedean group Company (19 %) et EDF (30 %)
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 (DAIP)
UNGG	Uranium Naturel Gaz Graphite
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
WNA	World Nuclear Association

Jean-Jacques LÉTALON, John MORRISON, François de LASTIC, Jean-Michel FOURMENT, Bernard LE GUEN

CRÉDITS PHOTOGRAPHIQUES

ANTONY HUYGUEBAER – THIERRY MOURET – THOMAS DERON – CNPE DE GRAVELINES – PHILIPPE ERANIAN – SITE DE SIZEWELL B – BERNARD LE GUEN – ÉRIC LAMPERTI – UNITÉ TECHNIQUE OPÉRATIONNELLE – SITE DE HINKLEY POINT C - CENTRALE DE HUNTERSTON – JEAN-PIERRE MAUGER – YVES HUET – SOPHIE BRANDSTROM – DAVID MORGANTI - MARC DIDIER – STÉPHANE LAVOUE – JEAN-LOUIS BURNOD – ANTONY RAKUSEN – GUILLAUME MURAT – R&D EDF – CENTRALE DE BUGEY – CENTRALE DE FLAMANVILLE – CENTRALE DE ST ALBAN – CHRISTOPHE MEIREIS – EDF CNPE DE CIVAUX – EDVANCE – GRÉGORY BRANDEL – CENTRALE DE TAISHAN – ALEXIS MORIN.

Les nouveaux locaux de la direction technique de l'ingénierie à Lyon

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

www.edf.com