

**GROUPE PERMANENT D'EXPERTS  
POUR LES RÉACTEURS NUCLÉAIRES**

**Avis  
relatif à l'examen du retour d'expérience d'exploitation des  
réacteurs à eau sous pression du parc nucléaire français pour  
la période 2009-2011**

Réunions tenues à Montrouge les 13 février et 6 mars 2014

## I

Conformément à la demande du Président de l'Autorité de sûreté nucléaire, notifiée par lettre DEP-DCN-2012-047820 du 2 janvier 2013, le groupe permanent d'experts pour les réacteurs nucléaires (GPR) s'est réuni, les 13 février et 6 mars 2014, pour examiner certains aspects du bilan du retour d'expérience d'exploitation des réacteurs à eau sous pression du parc français pour la période 2009-2011.

## II

Le groupe permanent a entendu l'analyse de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire. Le groupe permanent a plus particulièrement examiné les sujets suivants :

- les faits marquants de la sûreté des réacteurs en exploitation ;
- les analyses de tendances sur la période considérée ;
- l'état de la radioprotection ;
- le bilan environnemental ;
- la contribution de la conduite à la sûreté des installations ;
- la fiabilité des sources électriques ;
- la vulnérabilité des sources froides vis-à-vis des agressions externes ;
- les écarts de conformité et les anomalies d'études.

Au cours de son examen, le groupe permanent a noté que, à l'issue de l'instruction de l'IRSN, l'exploitant a formulé un certain nombre d'engagements, qu'il a communiqués à l'Autorité de sûreté nucléaire. Par ailleurs, le groupe permanent a formulé les recommandations jointes en annexe.

## III

### **LES FAITS MARQUANTS DE LA SÛRETÉ DES RÉACTEURS EN EXPLOITATION**

Le groupe permanent estime qu'EDF a tiré les enseignements et mis en place des actions correctives adéquates pour les événements dits « précurseurs » en raison de l'accroissement de la probabilité de fusion du cœur qu'ils ont généré. Parmi ces événements, certains sont la conséquence d'écarts de conformité dont la résorption complète reste à achever.

Par ailleurs, le groupe permanent considère que le traitement par EDF des enseignements apportés par les événements internationaux est satisfaisant. Enfin, le groupe permanent a noté que les enseignements tirés — à l'égard de la sûreté et de la radioprotection — de la plupart des événements ayant affecté des installations nucléaires françaises autres que les REP en exploitation ont été examinés par EDF et les actions nécessaires engagées sur les réacteurs concernés.

### **LES ANALYSES DE TENDANCES SUR LA PÉRIODE CONSIDÉRÉE**

Le groupe permanent a pris connaissance de l'examen statistique, réalisé par l'IRSN, des événements significatifs survenus au cours de la période 2009-2011. Le groupe permanent a noté qu'il subsiste au cours de la période un nombre important d'événements significatifs résultant du non-respect de

Spécifications techniques d'exploitation (STE) ou de non-qualités de maintenance, révélateurs d'un manque de rigueur d'exploitation. Il s'agit de tendances globales pour le parc ; au-delà des valeurs moyennes, il existe des disparités, parfois importantes, entre différents réacteurs.

Ceci peut se manifester par des cascades d'événements significatifs sur de courtes périodes, appelées « rafales d'événements », qui surviennent principalement lors des arrêts de réacteurs pour renouvellement du combustible. Il convient qu'EDF parvienne à adapter son organisation pour éviter l'occurrence de tels enchaînements.

Le groupe permanent souligne que l'organisation doit constituer une ligne de défense importante et constate que l'analyse des événements significatifs montre qu'elle a souvent été défaillante lors de ces événements. Toutefois, EDF a fait évoluer sa méthode d'analyse du retour d'expérience. La nouvelle méthode inclut une recherche plus poussée des causes organisationnelles profondes des événements et prévoit la mise en œuvre d'actions pertinentes pour les corriger.

## **L'ÉTAT DE LA RADIOPROTECTION**

Le groupe permanent a pris connaissance d'une part du bilan des doses individuelles et collectives reçues par les travailleurs dans les centrales d'EDF, d'autre part des événements significatifs de radioprotection déclarés par EDF. Le groupe permanent a noté qu'EDF a initié des actions en termes d'organisation et de matériels, en vue de diminuer l'impact de l'augmentation du volume des activités de maintenance sur la dose collective. Elles seront examinées lors d'une prochaine réunion du groupe permanent, consacrée à l'optimisation de la radioprotection des centrales nucléaires d'EDF.

Le groupe permanent a également noté qu'EDF s'est engagé à définir les dispositions permettant d'optimiser les doses reçues par les intervenants lors des opérations de nettoyage à haute pression des générateurs de vapeur réalisées sans remplir d'eau le faisceau tubulaire.

Le groupe permanent considère que les plans d'actions d'EDF relatifs aux conditions techniques d'accès en zone contrôlée et à la réduction du nombre des événements liés aux activités en fond de piscine sont satisfaisants.

## **LE BILAN ENVIRONNEMENTAL**

En 2009, à l'occasion de la réunion du GPR consacrée aux effluents et aux rejets, EDF a pris un grand nombre d'engagements relatifs à la réduction de la production d'effluents à rejeter, à l'amélioration de leur gestion, de leur maîtrise et de leur surveillance au sein des installations.

Le groupe permanent a pris connaissance d'une part de l'état de mise en œuvre de ces engagements sur les sites et de leurs impacts sur les rejets, d'autre part des événements significatifs pour l'environnement déclarés par EDF sur la période examinée.

Le groupe permanent souligne que les actions engagées par EDF depuis 2009, en vue de limiter les rejets des centrales, n'ont pas permis d'éviter totalement l'occurrence de petites fuites primaires dans les installations, de contaminations des eaux souterraines et de déversements incidentels d'effluents. À cet égard, EDF a récemment renforcé certains programmes de maintenance. Le groupe permanent estime nécessaire qu'EDF vérifie que les actions complémentaires de surveillance et de maintenance prévues dans ces nouveaux programmes permettent effectivement d'éviter les déversements incidentels de

substances et la contamination des eaux souterraines et note qu'EDF a pris des engagements dans ce sens.

EDF injecte du zinc dans les circuits primaires des réacteurs nucléaires afin d'une part de diminuer les relâchements de produits de corrosion activés, ce qui est favorable pour la radioprotection, d'autre part de ralentir la cinétique d'amorçage de fissures de corrosion sous contrainte dans les alliages à base de nickel. Le groupe permanent considère qu'EDF doit analyser l'impact de cette pratique sur l'environnement (nature et quantités de déchets) et sur la sûreté (risques de dépôt d'oxyde de zinc sur le combustible), pour les 15 réacteurs l'ayant mise en œuvre. Le groupe permanent a noté qu'EDF s'est engagé à ne pas poursuivre le déploiement de l'injection de zinc avant d'avoir analysé cet impact.

## **LA CONTRIBUTION DE LA CONDUITE À LA SÛRETÉ DES INSTALLATIONS**

L'examen du retour d'expérience fait apparaître des fragilités qui concernent pour l'essentiel la surveillance globale en continu de l'installation, la sérénité en salle de commande, la transmission des compétences entre les générations et l'accès au REX en temps réel par les intervenants.

Le groupe permanent constate que l'attention requise par la surveillance globale en continu de la salle de commande est parfois difficilement compatible avec la gestion de l'ensemble des activités du quart par les opérateurs. Cette surveillance globale se heurte également à la difficulté d'affecter de façon stable une personne à la surveillance en temps réel, dans un contexte de tension sur les ressources humaines expérimentées. De plus, les opérateurs rencontrent toujours des difficultés pour obtenir la sérénité nécessaire à la réalisation des activités de conduite, et ce malgré les actions engagées par EDF à cet égard depuis plusieurs années. Le groupe permanent note qu'EDF s'est engagé à réexaminer d'une part la surveillance globale, d'autre part la sérénité en salle de commande.

La conduite sûre de l'installation repose sur les compétences et les connaissances mobilisables par l'équipe de conduite pour élaborer une représentation suffisamment fiable et précise de l'installation. Or l'arrivée massive de nouvelles générations conjuguée au départ des plus expérimentés rend difficile le maintien d'une compétence collective appropriée. Le groupe permanent considère que les dispositions mises en œuvre par EDF, centrées essentiellement sur la formation plus que sur la transmission des savoir-faire, ne sont pas suffisantes. À ce titre, le groupe permanent considère qu'EDF doit renforcer d'une part l'accompagnement des nouveaux arrivants à la conduite en quart par des personnes expérimentées, d'autre part la reconnaissance de ces missions d'accompagnement.

## **LA FIABILITÉ DES SOURCES ÉLECTRIQUES**

Le groupe permanent a pris connaissance de l'examen réalisé par l'IRSN du retour d'expérience des sources électriques de puissance et de contrôle-commande.

Le groupe permanent constate que la conception du tableau LCA ne permet pas d'exclure que des défauts d'isolement sur des matériels non IPS affectent des matériels IPS reliés à ce tableau. Il estime nécessaire que l'analyse du retour d'expérience permette de bien caractériser ces défauts et de mettre en œuvre les actions visant à éviter leur renouvellement. À cet égard, le groupe permanent note qu'EDF s'est engagé à réévaluer la répartition des défauts d'isolement du tableau LCA de la plupart des réacteurs de 900 MWe (CP1/CP2) sur les systèmes importants pour la sûreté (IPS) et non IPS.

Sur les tranches du parc en exploitation, les groupes électrogènes de secours ont connu sur la période

examinée des écarts génériques dont les principaux ont été observés sur le palier 900 MWe :

- une usure prématurée des coussinets de tête de bielle ayant entraîné la destruction de plusieurs moteurs lors d'essais. Ce défaut résulte de la conception inadaptée d'une nouvelle marque de coussinets. À cet égard, le groupe permanent note qu'EDF a initié un programme de remplacement transitoire par des coussinets de conception plus favorable (type « 2 bis »). EDF s'est aussi engagé à procéder à la qualification de nouveaux coussinets (type « 3 ») pour fin 2014. Le groupe permanent estime que ces actions doivent être menées dans les meilleurs délais ;
- l'apparition, sur les culasses, de fissures situées entre les deux sièges des soupapes d'échappement qui se prolongent au niveau des cloisons internes entre les circuits de lubrification et de refroidissement.

Le groupe permanent note qu'EDF n'a pas prévu de remplacer systématiquement les culasses fissurées par des culasses neuves ; la formation de telles fissures étant susceptible de conduire à la défaillance des diesels affectés, le groupe permanent considère qu'EDF doit justifier le caractère acceptable pour la sûreté de la présence de ces fissures et compléter les actions de surveillance des culasses.

## **LA PROTECTION DES SOURCES FROIDES CONTRE LES AGRESSIONS EXTERNES**

À la suite d'événements causés par des phénomènes naturels affectant la source froide, survenus en France ou à l'étranger, EDF a proposé de nombreuses améliorations de la surveillance des sources froides et de leur protection à l'égard des agressions externes.

Toutefois, le groupe permanent constate que l'IRSN a identifié des cumuls d'agressions pouvant affecter la source froide qui ne figurent pas dans la liste de cumuls retenue par EDF. Le groupe permanent note qu'EDF s'est engagé à approfondir son analyse en l'étendant aux cumuls identifiés par l'IRSN.

Le groupe permanent considère que la complexité du référentiel documentaire retenu par EDF pour porter la démonstration de sûreté relative à la station de pompage ne permet pas à ce jour de garantir le respect des exigences de sûreté relatives aux fonctions « transit » et « filtration » de l'eau brute de la station de pompage utilisée pour évacuer la puissance du réacteur à l'arrêt.

Le groupe permanent considère par ailleurs qu'EDF n'a pas démontré que les dispositions qu'il a retenues pour faire face à une arrivée massive de colmatants étaient suffisantes pour le maintien des conditions d'alimentation du système d'eau brute secours (SEC).

EDF a fait notablement évoluer les documents de conduite en lien avec la source froide. À cet égard, le groupe permanent a noté qu'EDF s'est engagé à évaluer l'adéquation des procédures de conduite incidentelle et accidentelle actuelles pour faire face à une agression d'arrivée massive de colmatants concomitante avec un événement indépendant demandant l'application de la conduite incidentelle et accidentelle.

Par ailleurs, le groupe permanent a noté qu'EDF a modifié ses programmes de maintenance dans l'objectif d'améliorer la fiabilité des matériels de la source froide. Néanmoins, le groupe permanent estime que leur mise en œuvre et leur efficacité sont encore perfectibles. À cet égard, le groupe permanent note qu'EDF a présenté l'organisation qu'il met actuellement en place pour garantir la pérennité de la fonction « source froide ».

Le groupe permanent considère que la surveillance en exploitation des fonctions importantes pour la sûreté assurées par la station de pompage doit faire l'objet de prescriptions dans les spécifications techniques d'exploitation. En outre, après avoir pris connaissance des programmes d'essais périodiques associés aux matériels importants pour la sûreté des stations de pompage, le groupe permanent considère qu'ils devraient être complétés, comme EDF s'y est engagé.

## **ÉCARTS DE CONFORMITÉ ET ANOMALIES D'ÉTUDES**

Le groupe permanent souligne l'importance d'assurer la conformité effective des installations à leur référentiel de conception. Il constate que des difficultés persistent pour atteindre cet objectif. Il estime que les efforts d'EDF doivent notamment porter sur la pertinence de la caractérisation de ces écarts et la qualification des solutions apportées, ainsi que sur le bon accompagnement des sites pour la mise en place effective de ces solutions, en évitant toute régression.

Le groupe permanent a pris connaissance des améliorations mises en œuvre par EDF dans son processus de traitement des écarts de conformité et des anomalies d'études.

Le groupe permanent a noté que le processus mis en place par EDF ne permet pas encore d'obtenir une connaissance exhaustive en temps réel des écarts de conformité présents sur chaque réacteur. Concernant les anomalies d'études, les écarts par rapport à la démonstration de sûreté ne sont pas toujours identifiés et justifiés par EDF. EDF a pris des engagements sur l'ensemble de ces points.

Le traitement des cumuls d'écarts proposé par EDF repose sur une méthode que le groupe permanent estime devoir être améliorée. Ce point fait l'objet de trois recommandations en annexe.

Concernant les anomalies d'études qui ne mettent pas en cause le respect des critères de sûreté, l'évaluation de l'accroissement du risque consiste en l'évaluation de la diminution des marges. Dès lors, le groupe permanent estime que la consommation des marges doit être suivie, et présentée en tant que de besoin dans les dossiers de modification de l'installation ou des règles générales d'exploitation.

Le groupe permanent considère que l'engagement d'EDF de mettre à jour l'analyse du cumul des écarts de conformité à l'apparition de chaque nouvel écart de conformité générique, une fois celui-ci caractérisé, est satisfaisant.

## **IV**

À l'issue de son examen, le groupe permanent constate qu'EDF a entrepris et poursuit de nombreuses actions issues de l'examen du retour d'expérience de ses installations. Sous réserve de la prise en compte des recommandations jointes en annexe et de la réalisation des actions complémentaires qu'EDF s'est engagé à mener, le groupe permanent estime que les analyses effectuées ainsi que les actions engagées par EDF à la lumière du retour d'expérience de la période 2009-2011 sont satisfaisantes. Toutefois, EDF devra veiller à l'efficacité de ces actions, car les actions définies lors des précédents examens du retour d'expérience n'ont pas toujours permis d'obtenir tous les résultats escomptés.

## ANNEXE

### Recommandations

#### **Recommandation n°1 :**

Le groupe permanent recommande, compte tenu du renouvellement générationnel sur les sites, qu'EDF assure l'accompagnement des nouveaux accédants en quart à la conduite, au-delà de leur période de formation initiale, par des personnes expérimentées. En particulier, EDF devra assurer à ces personnes la disponibilité nécessaire à leur mission de transmission des compétences.

#### **Recommandation n°2 :**

Compte tenu du caractère générique et fréquent des fissures observées sur les culasses et de leur impact potentiel sur la disponibilité des groupes électrogènes de secours des réacteurs de 900 MWe en situation de manque de tension des alimentations externes de longue durée, le groupe permanent recommande que sous un an, notamment sur la base d'une analyse de la cinétique de propagation des fissures et des enseignements du retour d'expérience récent, EDF justifie et complète les actions de surveillance qu'il a mises en place sur les culasses (fréquence des contrôles, critère d'acceptabilité des fissures des culasses avant rebut).

#### **Recommandation n°3 :**

Le groupe permanent recommande qu'EDF présente et justifie l'ensemble des exigences de sûreté appliquées aux matériels et ouvrages de la station de pompage, afin de garantir ultérieurement une déclinaison adéquate de ces exigences sur les sites.

Dans ce cadre, EDF devra :

- établir et justifier la liste des matériels et ouvrages nécessaires au maintien des fonctions « transit » et « filtration » de la station de pompage en situation d'agression ou de cumul d'agressions susceptible d'avoir un impact sur ces fonctions, et en définir le classement et les exigences associées ;
- s'assurer que les matériels et ouvrages de la station de pompage ne puissent constituer des « agresseurs » pour les matériels et ouvrages nécessaires à la réalisation des fonctions « transit » et « filtration », en situation d'agression ou de cumul d'agressions, et le cas échéant définir les exigences ou les mesures de protection appropriées.

#### **Recommandation n°4 :**

Le groupe permanent recommande que les dégrilleurs et la mesure de pertes de charge au niveau des grilles de préfiltration soient considérés comme des EIP sur l'ensemble du parc en exploitation.

**Recommandation n°5 :**

Le groupe permanent recommande que la conduite à tenir dans les cas d'indisponibilité des équipements nécessaires aux fonctions liées à la sûreté de filtration et de transit de l'eau brute soit prescrite dans les STE.

**Recommandation n°6 :**

Le groupe permanent recommande que le critère « probabilité » soit supprimé de la liste des critères de sélection des écarts candidats à l'analyse de cumul.

**Recommandation n°7 :**

Le groupe permanent recommande que, dès lors qu'une « redondance » est valorisée dans l'analyse de nocivité d'un écart de conformité, EDF apprécie l'importance pour la sûreté de la présence éventuelle d'écarts de conformité foisonnants identifiés susceptibles d'affecter cette parade.

**Recommandation n°8 :**

Le groupe permanent recommande qu'EDF complète sa méthode d'analyse des conséquences du cumul des écarts présents sur un réacteur en utilisant des études de sensibilité probabilistes. Pour tenir compte des écarts liés à la qualification au séisme, EDF étendra ces études de sensibilité aux séquences accidentelles initiées par un séisme de type SMHV ou SMS et susceptibles d'être concernées par l'analyse de cumul.