

Fontenay-aux-Roses, le 4 août 2016

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

**Avis IRSN N°** 2016-00271

**Objet :** REP - Analyse du retour d'expérience - Tendances issues des déclarations d'événements significatifs pour la sûreté et la radioprotection d'Électricité de France pour l'année 2015.

**Réf. :**

- [1] Saisine ASN - CODEP-DCN-2012-040076 du 11 mars 2013 : « Réacteurs électronucléaires - EDF - Analyse du retour d'expérience des événements significatifs (REX événementiel) ».
- [2] Guide de l'ASN relatif aux modalités de déclaration et à la codification des critères relatifs aux événements significatifs impliquant la sûreté, la radioprotection ou l'environnement applicable aux installations nucléaires de base et aux transports de matières radioactives du 21 octobre 2005.
- [3] Arrêté du 15 mai 2006 relatif aux conditions de délimitation et de signalisation des zones surveillées et contrôlées et des zones spécialement réglementées ou interdites compte tenu de l'exposition aux rayonnements ionisants, ainsi qu'aux règles d'hygiène, de sécurité et d'entretien qui y sont imposées.

À la demande de l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) [1], l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) a évalué les tendances issues de l'analyse de l'ensemble des événements significatifs pour la sûreté et la radioprotection déclarés par Électricité de France au cours de l'année 2015.

Conformément au guide de déclaration de l'ASN [2], EDF doit déclarer à l'ASN les événements significatifs dans un délai maximum de 48 h après leur détection et formaliser les enseignements tirés dans un compte-rendu d'événement significatif sous deux mois.

Ces événements peuvent conduire à des conséquences notables pour la sûreté et la radioprotection. Aussi, il est nécessaire de les analyser sous l'angle des conséquences réelles et potentielles, ainsi que de s'assurer de la pertinence et la suffisance des actions préventives et correctives mises en place par l'exploitant. L'analyse des événements significatifs fait partie du processus général d'examen du retour d'expérience, afin d'éviter le renouvellement d'un événement sur un réacteur et plus généralement sur les centrales exploitées par EDF.

L'évaluation de l'IRSN prend en compte l'ensemble des événements significatifs pour la sûreté et la radioprotection déclarés par EDF, mais également des rapports d'inspections menées par l'ASN sur les centrales nucléaires au cours de l'année 2015, ainsi que des informations complémentaires apportées par les chargés d'affaires de l'IRSN en charge du suivi des réacteurs en exploitation d'EDF.

**Adresse courrier**  
BP 17  
92262 Fontenay-aux-Roses  
Cedex France

**Siège social**  
31, av. de la Division Leclerc  
92260 Fontenay-aux-Roses  
Standard +33 (0)1 58 35 88 88  
RCS Nanterre B 440 546 018

Le bilan annuel de l'année 2015 repose sur des outils et des méthodes d'analyse du retour d'expérience, notamment au travers d'indicateurs développés par l'IRSN destinés à évaluer de manière globale les évolutions des différents facteurs contribuant à la sûreté des installations et à la radioprotection des travailleurs. Ces indicateurs permettent d'apporter un éclairage macroscopique sur les tendances qui se dégagent et de mettre en avant les domaines qui mériteraient un examen plus approfondi de la part d'EDF. L'IRSN mène également des analyses réactives ou approfondies des événements dont la gravité est jugée importante afin de mettre en perspective et de hiérarchiser les problèmes de sûreté affectant les matériels, le facteur humain, l'organisation, et de mettre en évidence des spécificités de sites en particulier.

Au terme de l'analyse de tendance réalisée au travers de ses indicateurs, l'IRSN n'a pas observé en 2015 d'évolution significative de la sûreté et de la radioprotection des réacteurs du parc d'EDF. Toutefois, l'IRSN a identifié certains points de nature à améliorer la sûreté et la radioprotection, qui nécessitent la réalisation d'actions complémentaires de la part d'EDF.

### ANALYSE DES TENDANCES EN MATIÈRE DE SÛRETÉ EN 2015

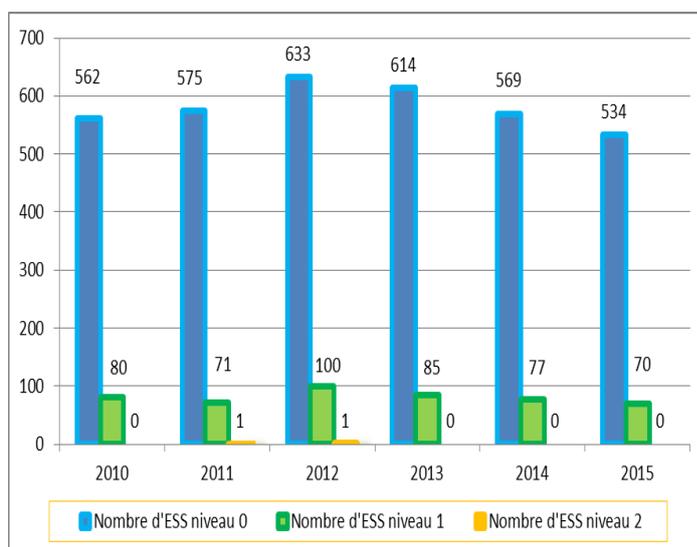


Figure 1 : nombre d'ESS déclarés par an

Pour ce qui concerne les événements significatifs pour la sûreté (ESS), la tendance générale pour l'année 2015 est une légère diminution du nombre des déclarations d'ESS passant de 646 événements en 2014 à 604 en 2015. Selon l'IRSN, il convient néanmoins de moduler ces statistiques car le nombre d'événements significatifs ne peut pas représenter à lui seul une image « quantifiée » de la rigueur d'exploitation du parc électro-

nucléaire. Les variations de ce nombre ne peuvent ainsi pas être directement liées à une variation du niveau de la sûreté. Par contre, les déclarations des événements peuvent être le reflet de difficultés qu'il est nécessaire de comprendre et d'analyser en tant que signal d'alerte pour trouver des pistes pertinentes d'amélioration de la sûreté des installations.

Les principaux enseignements issus de l'analyse de tendance des indicateurs de sûreté en 2015 concernent les essais périodiques, la maintenance, les lignages de circuits, les événements liés à la détection incendie et les processus de gestion des écarts.

#### Les essais périodiques

Les essais périodiques (EP) sont réalisés pour vérifier, au cours de l'exploitation des réacteurs, la disponibilité des circuits et des matériels associés assurant des fonctions de sûreté. Les événements liés aux essais périodiques des matériels sont en hausse en 2015 et concernent principalement le non-respect de la périodicité d'essais, mais également des erreurs de déclinaison des gammes opératoires.

À cet égard, depuis 2007, une démarche a été mise en œuvre sur le parc électronucléaire d'EDF afin de mutualiser les différents modes opératoires des essais périodiques. **L'IRSN estime que cette approche a été bénéfique jusqu'en 2013, mais que le bénéfice de la méthode a atteint un palier quant à son efficacité.** L'IRSN considère ainsi qu'EDF doit à nouveau sensibiliser l'ensemble des entités participant à l'élaboration et la validation des gammes opératoires. Par ailleurs, vis-à-vis des enjeux de sûreté et de la défense en profondeur, il est primordial que les essais périodiques soient réalisés conformément à leur planification. **Ces points font l'objet des recommandations n° 1 et n° 2 en annexe 1.**

### Les activités de maintenance

Les non-qualités de maintenance (NQM) correspondent à l'ensemble des erreurs commises au cours d'une activité de maintenance d'un matériel (serrage insuffisant, pièce de rechange inappropriée, sens inverse de montage...). Un indicateur recense le nombre d'événements dont l'analyse par l'exploitant a révélé a posteriori une erreur d'application des documents opératoires ou un non-respect des règles de l'art lors de la réalisation d'une activité de maintenance.

Après une baisse du nombre d'événements liés à la maintenance observée en 2014 (88 événements), l'année 2015 est révélatrice d'une légère remontée du nombre d'événements liés à une NQM (93 événements). Cette tendance peut être le révélateur de **lacunes dans la prise en compte des signaux faibles**<sup>1</sup>.

À cet égard, l'IRSN partage le point de vue de l'Inspecteur général pour la sûreté et la radioprotection d'EDF qui, dans son rapport annuel, considère que la qualité des activités de maintenance n'est pas au niveau attendu pour la sûreté en exploitation et qu'un trop grand nombre de ces événements provient d'une analyse de risques incomplète.

Par ailleurs, un paramètre important des NQM analysé par l'IRSN concerne la cinétique de détection de l'écart par EDF : 50 % des NQM sont détectées sur les réacteurs en moins d'un mois, 22 % des NQM ont une latence comprise entre un et six mois et 8 % des anomalies sont encore présentes sur les réacteurs après trois ans.

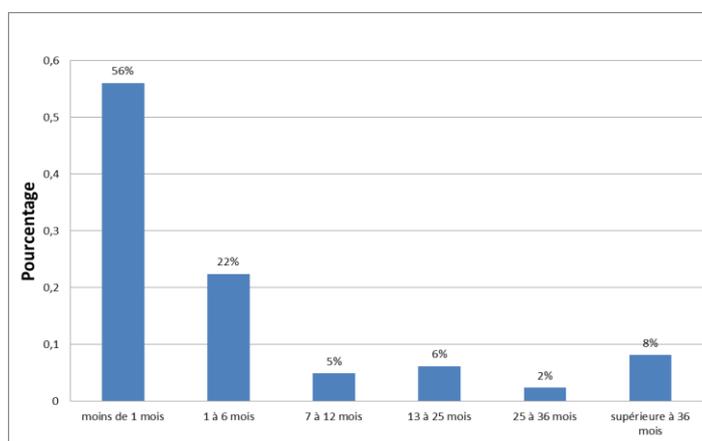


Figure 2 : durée de détection des NQM

<sup>1</sup> Information qui annonce le changement d'une tendance et qui doit déclencher une analyse d'informations complémentaires pour la confirmer et permettre la mise en place d'actions correctives dans le but d'éviter son renouvellement.

Pour l'IRSN, les durées de détection des NQM sont globalement trop élevées. De plus, un quart seulement des NQM est détecté de manière proactive notamment au cours des requalifications. Ce chiffre interroge sur la pertinence du périmètre de ces requalifications. Les trois quarts restants sont détectés de manière fortuite, c'est-à-dire dans un autre cadre que celui des opérations de maintenance, comme par exemple les opérations de conduite normale.

Eu égard aux enjeux de sûreté associés aux NQM, EDF a engagé depuis plusieurs années des actions visant à fiabiliser les interventions de maintenance, tant lors de la phase de préparation que de réalisation. Néanmoins, les résultats ne sont pas à la cible.

### Les activités de lignage

Le lignage d'un circuit consiste à manœuvrer des vannes afin de mettre en configuration un circuit pour qu'il soit adapté aux fonctions à remplir dans le domaine d'exploitation prévu du réacteur. Un lignage peut être réalisé soit pour effectuer une intervention de maintenance, soit pour tester un circuit afin de s'assurer de sa disponibilité, soit pour être autorisé à réaliser un changement de domaine d'exploitation du réacteur. Du fait du nombre important de lignages à réaliser, cette activité est une source potentielle d'erreurs, en particulier lors des phases d'arrêt et de redémarrage du réacteur.

En 2015, la tendance à la hausse d'événements liés à des erreurs de lignage se poursuit pour atteindre une cinquantaine de déclarations.

**L'évolution du nombre d'ESS relatifs aux erreurs de configuration des circuits est une évolution suivie par les exploitants. Elle intervient dans le processus d'amélioration continue de la rigueur d'exploitation.**

Certains de ces lignages sont gérés par des condamnations administratives qui représentent des consignations physiques, c'est-à-dire des chaînes et des cadenas installés sur les matériels. La tendance pour 2015 est à la baisse et représente un point positif car les condamnations administratives représentent une ligne de défense forte lors de l'exploitation d'une centrale nucléaire.

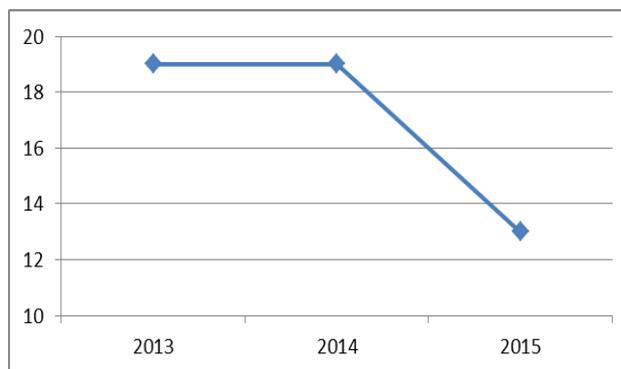


Figure 3 : ESS liés à une erreur de condamnation administrative

## Des événements marquants pour l'IRSN<sup>2</sup>

Parmi les événements marquants sélectionnés par l'IRSN, deux événements sont particulièrement révélateurs de difficultés dans la gestion des aléas techniques lors de l'arrêt du réacteur ou lors du redémarrage de celui-ci. Il s'agit des événements survenus sur les centrales nucléaires de Flamanville et de Gravelines.

La centrale nucléaire de Flamanville a été particulièrement marquée par le nombre élevé de fortuits sur des matériels présents sur le réacteur n° 2. Parmi ces événements, un aléa sur le transformateur auxiliaire a été le point de départ de la déclaration de quatre événements significatifs consécutifs sur la période d'octobre à décembre 2015. **L'ensemble de ces quatre événements met plus particulièrement en exergue un manque d'organisation de la centrale nucléaire dans la gestion, le montage de pièces de rechange, ainsi que son absence de maîtrise des activités de maintenance sous-traitées sur le transformateur auxiliaire.** De nombreuses actions correctives ont été menées à la suite de ces événements, dont notamment une revue des analyses de risques des interventions liées aux transformateurs auxiliaires, le contrôle du transformateur auxiliaire sur le réacteur n° 1 et plus particulièrement des contrôles d'absence de fuite, du type et de l'état des joints montés sur les circuits de refroidissement des transformateurs auxiliaires de la centrale.

Un deuxième événement marquant de 2015 concerne le réacteur n° 2 de la centrale nucléaire de Gravelines. Lors de l'arrêt pour renouvellement du combustible, le corps et les internes des deux vannes d'admission de vapeur de la turbopompe de secours du système d'alimentation de secours des générateurs de vapeur ont été remplacés. Lors des activités de redémarrage du réacteur, au cours d'un essai périodique du système de protection du réacteur, ces deux vannes n'ont pas manœuvré. **L'analyse des causes de cet événement a mis en évidence une préparation et une maîtrise insuffisantes des opérations de maintenance réalisées, ainsi qu'une planification non optimisée des activités de maintenance sur ces deux vannes ayant abouti à une défaillance de mode commun.** À cet effet, pour éviter le renouvellement de cet événement, l'exploitant a décidé de mener une analyse afin que les visites internes de ces vannes soient décalées d'un arrêt à l'autre.

### La thématique incendie

Deux événements survenus en 2015 sont particulièrement riches d'enseignements et concernent la thématique incendie.

Le premier événement survenu en octobre 2015 sur la centrale nucléaire de Chinon B concerne un départ de feu dans une armoire électrique de l'excitatrice de l'alternateur en salle des machines initié à la suite d'une activité de remplacement de modules électroniques pour pallier des défauts de connectique. Lors de la remise sous tension de l'armoire, un incendie important s'est déclaré mobilisant 31 sapeurs-pompiers pour son extinction. Or des événements similaires s'étaient déjà produits en 2006. **L'inspection réactive de l'ASN a mis en exergue la sensibilité de l'appareillage concerné au risque incendie et a pointé les lacunes de l'exploitant pour ce qui concerne la prise en compte du retour d'expérience de 2006, ce qui aurait permis d'une part d'identifier cette**

---

<sup>2</sup> L'IRSN a élaboré des critères de sélection afin de faire ressortir les événements saillants en fonction de certaines thématiques. Ces événements sont classés comme étant « marquants » pour l'IRSN. Pour effectuer ce classement, l'IRSN examine les événements sous plusieurs angles : leur occurrence, leurs causes et leurs conséquences.

activité comme sensible, d'autre part de définir les parades adaptées évitant la survenue de cet événement.

Le deuxième événement s'est produit en juillet 2015 sur le réacteur n° 2 de la centrale nucléaire de Paluel. Celui-ci concerne un feu de métaux au niveau du condenseur situé dans la salle des machines qui faisait l'objet d'une importante rénovation de son faisceau tubulaire, constitué de milliers de tubes en titane. Lors de la découpe des tubes à l'aide d'une torche à plasma, des poussières de titane se sont enflammées et un incendie s'est alors déclaré et propagé aux tubes du condenseur, aboutissant au premier feu de métaux sur le parc électronucléaire d'EDF. L'inspection réactive a pointé les lacunes de l'analyse de risques de cette activité complexe de rénovation du condenseur, ainsi que la prise en compte insuffisante des co-activités et interactions entre les différents chantiers sur une période prolongée.

Le retour d'expérience de ces deux événements peut être riche d'enseignements. À ce titre, l'IRSN estime qu'il devrait être formalisé par EDF, afin que les points faibles mis en exergue par les inspections réactives soient pris en compte et traités par EDF. Ce point fait l'objet de l'observation n° 1 en annexe 2.

De plus, les événements concernant l'incendie ayant tendance à se répéter depuis l'année 2013, une analyse de ces signaux faibles devrait être menée afin d'en définir les causes et ainsi d'en réduire leur occurrence. Ce point fait l'objet de l'observation n° 2 en annexe 2.

#### La gestion des écarts

Lors de l'année 2015, les inspections de l'Autorité de sûreté nucléaires auxquelles a participé l'IRSN ont mis en évidence de nombreux dysfonctionnements dans le traitement des écarts par les exploitants. Ces dysfonctionnements ne permettent pas d'avoir une vision exhaustive des écarts présents sur les installations et de l'état d'avancement de leur traitement. De ce fait, cette situation est susceptible de conduire à une appréciation erronée de l'état de sûreté des installations. Ce point fait l'objet de la recommandation n° 3 en annexe 1.

Par ailleurs, ces inspections ont mis en exergue que les pratiques des exploitants témoignent d'une accoutumance à l'écart et que les adaptations documentaires ou justifications sont généralement privilégiées au détriment de la remise en conformité immédiate de l'installation.

Eu égard aux enjeux de sûreté, cette thématique fait actuellement l'objet d'une instruction de la part de l'IRSN, dont les conclusions seront présentées lors de la prochaine réunion du groupe permanent d'experts pour les réacteurs (GPR) consacrée au retour d'expérience.

## ANALYSE DES TENDANCES EN MATIÈRE DE RADIOPROTECTION

Pour ce qui concerne les événements significatifs en radioprotection (ESR), la tendance générale pour l'année 2015 est une légère diminution par rapport à l'année 2014, confirmant la baisse déjà observée l'année précédente.

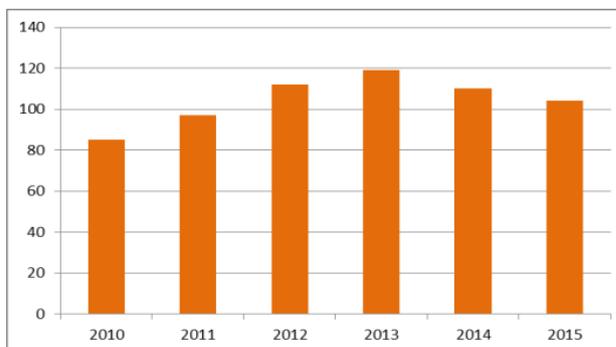


Figure 4 : évolution du nombre d'ESR sur la période 2010-2015

### Des manquements dans l'application des règles de base de la radioprotection

Conformément à l'arrêté [3], afin de s'assurer des limites de dose fixées à l'article R.231-71 du code du travail, le chef d'établissement détenteur, à quelque titre que ce soit, d'une source de rayonnements ionisants, met en place les dispositions relatives aux zones surveillées et contrôlées prévues aux articles R.231-81 à R.231-83. Les zones contrôlées comportent notamment des zones spécialement réglementées dites « zones orange » dans lesquelles la valeur du débit d'équivalent de dose se situe entre 2 mSv/h et 100 mSv/h. Pour ces zones, des conditions d'accès et de balisage strictes sont mises en œuvre sur les centrales nucléaires d'EDF.

En 2015, une baisse du nombre d'événements liés à des écarts des conditions d'accès en zone spécialement réglementée est observée. La mise en place de plans d'actions opérationnels par EDF relatifs au balisage et aux accès en zone orange semble avoir un effet positif sur l'évolution du nombre de ce type d'événement. Cette tendance devra être confirmée en 2016.

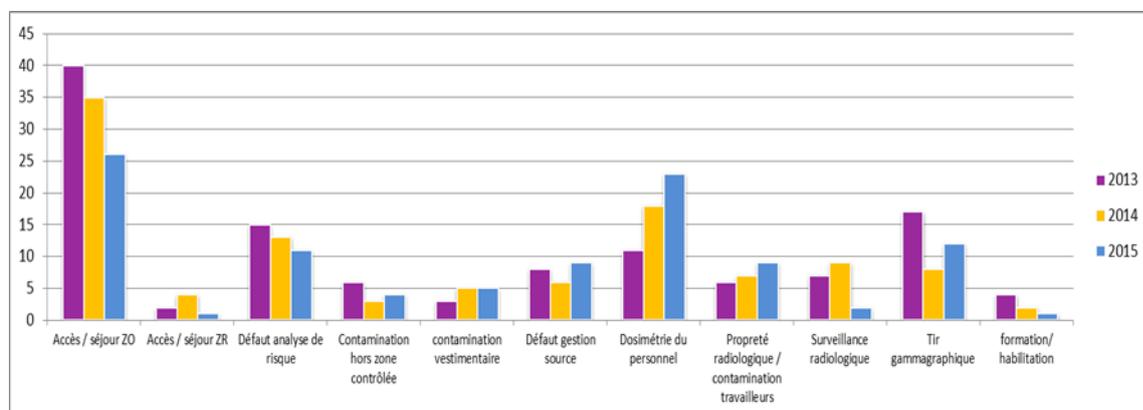


Figure 5 : répartition des ESR par typologie d'événement

Cependant, un nombre croissant d'événements fait apparaître des manquements dans l'application des règles de base de la radioprotection (absence de port de dosimètres, non application de la conduite à tenir lors de l'atteinte de seuil d'alarme des dosimètres...).

Pour rappel, la réglementation impose le port de dosimètres passifs et opérationnels lors de l'accès des travailleurs en zone contrôlée.

Le dosimètre opérationnel assure deux fonctions :

- une lecture en continu de la dose individuelle reçue par le travailleur ;
- une fonction d'alerte sur une situation anormale, par rapport à celle prévue, à l'aide d'une alarme sonore et visuelle préétablie sur des seuils de débit de dose et de dose individuelle.

Le dosimètre passif permet de connaître, de façon différée après lecture dans un laboratoire agréé, la dose reçue par un travailleur.

Pour ce qui concerne les événements de non-port des dosimètres, EDF a mis en place un affichage spécifique, nommé « t'as tout », afin que les intervenants procèdent à un contrôle de leur tenue et de leur équipement. Cette pratique est intégrée au référentiel de radioprotection d'EDF depuis une dizaine d'années. Les effets bénéfiques, notamment sur le nombre d'événements déclarés relatifs à une absence de port du dosimètre, constatés lors de la mise en place de ce panneau, s'estompent ces dernières années. Les intervenants qui réalisent des accès quotidiens en zone contrôlée ont tendance à banaliser ces accès et à ne plus réaliser la minute d'arrêt devant le panneau « t'as tout ». Dès lors, l'IRSN estime qu'EDF devrait mettre en œuvre des actions adaptées permettant le maintien de la vigilance des travailleurs lors des accès en zone contrôlée. **Ce point fait l'objet de l'observation n° 3 en annexe 2.**

En outre, les alarmes des dosimètres opérationnels n'étant pas entendues dans certaines situations, l'IRSN considère qu'EDF devrait rapidement se positionner sur la généralisation de l'utilisation de dosimètres avec alarme sonore, visuelle et vibreur sur les chantiers en environnement « bruyant » ou réalisés en heaume ventilé ou tenue étanche ventilée. Ce type de dosimètre est déjà utilisé par les plongeurs intervenant dans la piscine du bâtiment réacteur ou du bâtiment combustible et semble efficace. **Ce point fait l'objet de l'observation n° 4 en annexe 2.**

#### **Des contaminations de travailleurs atteignant les limites réglementaires d'exposition**

Certaines zones et activités sont à risque de contamination par des particules fortement irradiantes. C'est le cas notamment des chantiers réalisés sur des matériels en fond de piscine du bâtiment réacteur ou des opérations de brossage d'échangeur. Des événements de contamination cutanée ont conduit en 2015, comme en 2014, à des dépassements des limites réglementaires de dose équivalente à la peau. L'origine de la contamination cutanée est attribuée au transfert du point de contamination de la tenue vers la peau lors du retrait des tenues étanches ventilées. À ce titre, l'IRSN estime que, lors des préparations des activités, les intervenants devraient être davantage sensibilisés au risque de contamination cutanée engendré par leur intervention. **Ce point fait l'objet de l'observation n° 5 en annexe 2.**

Par ailleurs, certains événements font état de l'absence de contaminamètre en sortie immédiate de chantier ou de contaminamètres présentant des défauts de fonctionnement. L'absence de contaminamètre en sortie de chantier à risque de contamination est justifiée notamment par un bruit de fond trop élevé et donc un déport de la mesure dans une zone à « bas bruit de fond ».

L'IRSN considère qu'EDF devrait poursuivre les réflexions menées afin d'améliorer les conditions de contrôle des intervenants en sortie de chantier à risque de contamination notamment dans les zones où le débit de dose est élevé. **Ce point fait l'objet de l'observation n° 6 de l'annexe 2.**

De plus, l'IRSN considère qu'EDF devrait renforcer l'assistance en radioprotection pour les chantiers à fort risque de contamination. **Ce point particulier fait l'objet de l'observation n° 7 en annexe 2.**

#### **Une hausse du nombre d'événements lors de tirs gammagraphiques**

La gammagraphie est une technique d'inspection non destructive à base de radioéléments qui permet sur un chantier, à l'aide d'un appareil portable, d'apprécier des défauts d'homogénéité dans le métal et au niveau de soudures. Cette technique est utilisée fréquemment sur les centrales nucléaires d'EDF. L'IRSN souligne que les conséquences d'un événement lors d'un tir gammagraphique peuvent être importantes en termes d'exposition des travailleurs, puisque le débit de dose à proximité de la source atteint plusieurs centaines de mSv/h. Le nombre d'événements lors de tirs gammagraphique a augmenté en 2015, malgré la mise en place d'un plan d'actions déployé sur les années 2013 à 2015. À ce titre, l'IRSN recommande qu'EDF poursuive les actions engagées sur la préparation et les conditions de réalisation des tirs gammagraphiques en partenariat avec les entreprises de radiologie industrielle. **Ce point fait l'objet de la recommandation n° 4 en annexe 1.**

Pour le Directeur général et par délégation,

Frédérique PICHEREAU

Adjoint au Directeur de l'expertise de sûreté

## Recommandations

### Recommandation n° 1

L'IRSN recommande qu'EDF s'assure que l'organisation mise en place afin d'élaborer les gammes d'essais périodiques mutualisées permet de détecter précocement les éventuels écarts et veille à ce que les gammes en écart soient corrigées rapidement.

### Recommandation n° 2

L'IRSN recommande d'une part que chaque centrale vérifie à court terme la planification des essais périodiques, d'autre part qu'EDF identifie et mette en œuvre à court terme des dispositions permettant d'éviter les erreurs de planification des essais périodiques.

### Recommandation n° 3

L'IRSN recommande qu'EDF réalise, avant la fin de l'année 2016, sur chaque site, un audit relatif au traitement des écarts par la Filière indépendante de sûreté ou l'Inspection nucléaire d'EDF.

### Recommandation n° 4

L'IRSN recommande qu'EDF poursuive les réflexions et les actions engagées avec les entreprises de radiologie industrielle, afin d'améliorer la préparation et les conditions de réalisation des interventions de gammagraphie.

## Observations

### Observation n° 1

L'IRSN estime qu'EDF devrait formaliser le retour d'expérience lié aux deux événements « incendie » de Paluel et Chinon, afin que les points faibles mis en exergue par les inspections réactives soient pris en compte et traités par EDF.

### Observation n° 2

Les événements concernant l'incendie ayant tendance à se répéter depuis l'année 2013, l'IRSN considère qu'une analyse de ces signaux faibles devrait être menée afin d'en définir les causes et ainsi d'en réduire leur occurrence.

### Observation n° 3

L'IRSN considère qu'EDF devrait engager une réflexion afin de définir des actions adaptées qui permettront le maintien de la vigilance des travailleurs lors des accès en zone contrôlée.

### Observation n° 4

L'IRSN considère qu'EDF devrait rapidement se positionner sur la généralisation du nouveau type de dosimètre avec alarme sonore, visuelle et vibrante, sur son parc de réacteurs.

### Observation n° 5

L'IRSN considère que, lors des préparations des activités, les intervenants devraient être davantage sensibilisés au risque de contamination cutanée engendré par leur intervention.

### Observation n° 6

L'IRSN considère qu'EDF devrait poursuivre les réflexions menées afin d'améliorer les conditions de contrôle des intervenants en sortie de chantier à risque de contamination notamment dans les zones où le débit de dose est élevé.

### Observation n° 7

L'IRSN considère qu'EDF devrait renforcer l'assistance en radioprotection lors des contrôles radiologiques des travailleurs en sortie des chantiers à fort risque de contamination.