

Fontenay-aux-Roses, le 29 octobre 2019

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

Avis IRSN/2019-00247

Objet : Réacteurs électronucléaires - EDF - Tous paliers  
Instruction des études des conséquences pour la sûreté nucléaire d'un incendie de transformateurs

Réf. [1] Lettre ASN - Dép-DCN-N° 360-2007 du 25 juillet 2007  
[2] Lettre ASN - CODEP-DCN-2011-006777 du 4 mai 2011  
[3] Lettre ASN - CODEP-DCN-2018-051673 du 29 octobre 2018

À la suite du séisme survenu au Japon le 16 juillet 2007 et ayant généré plus de 60 anomalies sur la centrale nucléaire de Kashiwazaki-Kariwa, dont un incendie de transformateur électrique, l'ASN a demandé à EDF de tirer les enseignements de cet évènement pour le parc électronucléaire français [1]. Les principales difficultés rencontrées par l'exploitant de cette centrale, lors de la gestion de la situation provoquée par le séisme, ont résulté de la perte des réseaux de lutte contre l'incendie, de la difficulté à acquérir une vision de l'état de la situation et de communiquer sur cette situation. En effet, le chef de quart a essayé de prévenir les secours extérieurs, mais l'encombrement des lignes téléphoniques a retardé l'alerte. L'arrivée de ces secours a également été retardée par l'ampleur des dégâts causés par le tremblement de terre sur le réseau routier. Le transformateur affecté n'étant pas indispensable pour ramener et maintenir le réacteur dans un état sûr, sa dégradation par le séisme, puis son incendie, n'ont toutefois pas eu d'impact direct sur la sûreté.

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 8 440 546 018

En réponse à la demande de l'ASN [1], EDF a réalisé un examen détaillé des principaux effets du séisme sur la base notamment d'une comparaison des exigences de conception françaises et japonaises. Cette analyse a fait l'objet d'une expertise de l'IRSN lors des orientations des études à mener pour le réexamen de sûreté des réacteurs de 1300 MWe à l'occasion de leur troisième visite décennale. Cette expertise a conduit EDF à s'engager à examiner les conséquences pour la sûreté de l'incendie d'un transformateur électrique de taille significative, engagement repris par l'ASN dans sa lettre en référence [2].

EDF a ainsi étudié les conséquences pour la sûreté nucléaire d'un incendie de transformateur principal, auxiliaire ou de soutirage, contenant chacun plusieurs tonnes d'huile, dans le cadre des réexamens périodiques associés aux troisièmes visites décennales des réacteurs du palier 1300 MWe, aux quatrièmes visites décennales des réacteurs du palier 900 MWe et aux deuxièmes visites décennales des réacteurs du palier N4.

L'ASN a sollicité l'avis de l'IRSN sur l'acceptabilité des conséquences sur la sûreté des réacteurs du parc électronucléaire d'EDF d'un incendie de taille significative des transformateurs principaux, auxiliaires ou de soutirage résultant d'un séisme, et plus particulièrement sur [3] :

- l'acceptabilité des distances d'éloignement des cibles de sûreté et des installations environnantes en regard des distances d'effets considérés pour un feu de transformateur ;
- l'acceptabilité des conséquences éventuelles en cas :
  - de propagation de l'incendie d'un transformateur en salle des machines,
  - d'aspiration de fumées d'incendie par les prises d'air environnantes et, en particulier, celles du bâtiment électrique et du bâtiment abritant la piscine de désactivation du combustible (appelé bâtiment combustible par la suite) des sites du Blayais et de Gravelines et de la station de pompage du site du Tricastin.

#### **Conséquences fonctionnelles directes d'un feu de transformateur**

En cas d'indisponibilité d'un transformateur (principal, de soutirage ou auxiliaire), quel que soit le domaine d'exploitation du réacteur, les matériels de sauvegarde pourront être alimentés par la source électrique externe restante ou, lorsque celle-ci est indisponible, au moyen de sources électriques internes (diesels de sauvegarde, groupe électrogène d'ultime secours ou turbine à combustion selon les sites). Les conséquences fonctionnelles directes de la perte d'un transformateur sont donc acceptables pour la sûreté.

#### **Cibles pouvant être endommagées par un feu de transformateur**

Pour identifier les cibles pouvant être endommagées en cas d'incendie de transformateur, EDF confronte les distances, séparant les transformateurs étudiés des cibles de sûreté et des principales installations environnantes, aux distances d'effets d'un incendie de transformateur définies de façon forfaitaire. Ainsi, dans le cas général, EDF se fonde sur une distance de découplage de 9 mètres sans prendre en compte la vulnérabilité des cibles aux effets d'un incendie. Seuls les parcs à gaz sont identifiés plus vulnérables par EDF qui considère que ces derniers doivent être éloignés de 11 mètres d'un transformateur afin de ne pas être exposés à des flux thermiques dommageables, supérieurs à  $8 \text{ kW.m}^2$ . Sur cette base, EDF conclut que seules les salles des machines contiennent des cibles de sûreté susceptibles d'être impactées par un feu de transformateur.

Toutefois, des modélisations effectuées par EDF et des calculs réalisés par l'IRSN font apparaître des flux thermiques supérieurs à  $8 \text{ kW.m}^2$  au-delà de la distance de 11 mètres en cas de feu de transformateur. Pour de telles valeurs, des cibles de sûreté situées en dehors des zones d'effets forfaitaires retenues par EDF pourraient également être endommagées. L'IRSN note également que l'utilisation du critère de  $3 \text{ kW.m}^2$ , déjà retenu par EDF dans le cadre du réexamen VD3 1300 pour les études de sûreté relatives aux agressions externes, serait plus pertinente, pour les équipements les plus vulnérables aux effets d'un incendie, que l'utilisation des distances d'effets forfaitaires actuellement retenues par EDF. EDF s'est alors engagée à mettre à jour les études relatives aux risques induits par un incendie de transformateur consécutif à un séisme, de manière à y intégrer l'ensemble des

équipements cibles présents dans un périmètre de 20 mètres autour de chaque transformateur. Au-delà, les flux thermiques sont suffisamment faibles pour exclure des dommages sur les matériels. Cet engagement est satisfaisant.

### **Risque de perte de matériels importants pour la sûreté en salle des machines**

Selon EDF, les éventuels dommages causés sur les matériels importants pour la sûreté présents en salle des machines ne sont pas de nature à remettre en cause les fonctions pour la sûreté accomplies par ces systèmes ou peuvent être compensés par d'autres systèmes. EDF conclut ainsi que la perte des équipements importants pour la sûreté situés en salle des machines, à la suite d'un incendie induit par un séisme, n'est pas de nature à mettre en cause les fonctions fondamentales de sûreté.

L'IRSN estime quant à lui qu'une agression représentative de l'évènement ayant affecté la centrale nucléaire de Kashiwazaki-Kariwa, c'est-à-dire un séisme majoré de sécurité et ses effets induits, peut conduire à la défaillance des vannes d'isolement de l'alimentation normale en eau des générateurs de vapeur, sans possibilité d'interrompre rapidement cette alimentation, notamment par l'arrêt des turbopompes. Le maintien de l'alimentation normale en eau des générateurs de vapeur<sup>1</sup> peut entraîner un refroidissement excessif du circuit primaire et un noyage des générateurs de vapeur, puis des lignes « vapeur », qui peut rendre délicate la conduite du réacteur. EDF s'est engagée à réaliser une étude de robustesse, visant à justifier le caractère peu plausible de ce scénario, et à en étudier les conséquences avec des hypothèses d'études réalistes, ce qui est acceptable.

### **Impact sur les bâtiments combustibles des sites de Gravelines et du Blayais**

EDF a identifié un risque potentiel d'agression des bâtiments combustibles des sites de Gravelines et du Blayais en cas d'incendie de transformateur auxiliaire. Compte tenu de la structure en béton armé de ces bâtiments, le principal risque réside dans l'aspiration et la pénétration de fumées dans les bâtiments combustibles par les bouches de ventilation de ces bâtiments. Cependant, les bouches d'aspiration les plus proches du transformateur auxiliaire sont suffisamment éloignées du transformateur pour éviter ce risque. Ces éléments n'appellent pas de commentaire de la part de l'IRSN.

### **Impact sur la station de pompage du site du Tricastin**

EDF a identifié un risque d'agression de la station de pompage du réacteur n° 4 du site du Tricastin en cas d'incendie d'un transformateur auxiliaire. La conception du bâtiment en béton limite le risque d'agression des cibles de sûreté qui y sont abritées. Toutefois, certains orifices de ventilation de la station de pompage sont situés sur une façade pouvant être exposée aux fumées provenant de l'incendie du transformateur.

L'IRSN estime donc qu'il existe un risque d'aspiration et de pénétration de ces fumées, à travers les prises d'air neuf concernées, induisant potentiellement un dysfonctionnement des équipements présents dans les locaux ventilés par le système de ventilation correspondant. EDF s'est ainsi engagée à étudier les conséquences sur la sûreté de la pénétration des fumées à travers les prises d'air neuf concernées de cette station de pompage en cas d'incendie du transformateur auxiliaire. Cet engagement est satisfaisant.

---

<sup>1</sup> Suite à un arrêt du réacteur, consécutif ou non à un séisme, le débit d'alimentation en eau des générateurs de vapeur doit être réduit. Ces derniers sont alors alimentés en eau avec un débit adapté, ce qui nécessite la fermeture des vannes d'isolement de l'alimentation normale en eau des générateurs de vapeur.

### **Propagation des fumées aux bâtiments électriques**

Selon EDF, dans l'éventualité d'une aspiration de fumées par les bouches de ventilation du bâtiment électrique, le chef des secours prendrait, sur la base d'une analyse de la situation, les mesures adaptées. Pour ce faire, la documentation d'exploitation indique la conduite à tenir concernant la gestion de plusieurs systèmes de ventilation du bâtiment électrique pour certains scénarios d'incendie. Bien que l'incendie d'un transformateur ne soit pas explicitement identifié dans cette documentation, EDF indique que les dispositions qui y sont mentionnées pour la gestion des systèmes de ventilation peuvent être mises en œuvre pour ce type de situation.

EDF indique par ailleurs que ces dispositions peuvent potentiellement impacter des fonctions de sûreté assurées par les systèmes de ventilation du bâtiment électrique. À cet égard, l'IRSN souligne qu'un feu de transformateur peut durer plusieurs heures. Or les éléments présentés par EDF ne permettent pas de s'assurer que les mesures mises en place pour les systèmes de ventilation de l'îlot nucléaire, en cas de feu de transformateur à la suite d'un séisme, peuvent être maintenues pendant toute la durée de l'incendie sans dégrader les fonctions de sûreté assurées par les systèmes de ventilation.

EDF s'est donc engagée à identifier les systèmes de ventilation de l'îlot nucléaire susceptibles d'être impactés par les fumées d'un incendie de transformateur, et à étudier les dispositions de gestion associées à mettre en œuvre lorsqu'elles sont nécessaires. EDF proposera une conduite à tenir afin d'assurer la disponibilité des fonctions de sûreté requises pendant la durée de l'incendie, notamment celles affectées par de telles dispositions. L'IRSN estime que cette action est globalement satisfaisante. EDF devra toutefois s'assurer de l'opérabilité suite à un séisme des dispositions à mettre en œuvre.

### **Impact sur les parcs à gaz**

Un incendie de transformateur principal pourrait aggraver les parcs à gaz des sites du Bugey et de Fessenheim. EDF indique toutefois qu'un mur présentant une résistance au feu de 2 heures est implanté entre le transformateur et le parc à gaz. Cette disposition est acceptable dans son principe.

### **Systèmes d'extinction incendie des transformateurs**

La protection incendie des transformateurs est assurée par deux phases d'aspersion d'eau. Pour la première phase, asservie à la détection automatique d'incendie, le système d'aspersion est alimenté par une réserve d'eau dédiée. Pour la seconde phase, commandée manuellement, il est alimenté par le réseau d'eau incendie.

Durant l'incendie du transformateur principal de Paluel en 2010, le déclenchement automatique puis la commande manuelle du système d'extinction incendie du transformateur ont dysfonctionné. Lors de l'incendie du transformateur de soutirage de Cattenom en 2013, les coffrets de relaiage du système d'extinction incendie du transformateur situés à proximité du transformateur ont brûlé.

Au regard des événements survenus sur le parc électronucléaire en exploitation, l'IRSN estime qu'EDF ne peut pas garantir que le système d'extinction incendie des transformateurs reste opérationnel et que la commande manuelle reste accessible, même en situation d'incendie de transformateur décorrélée d'un éventuel séisme. Cependant, l'IRSN considère que la modification relative au système d'extinction actuellement en cours de déploiement sur le parc en exploitation, consistant en l'automatisation totale du système d'extinction des transformateurs, devrait permettre de répondre à ces problématiques. L'IRSN note que la mise en œuvre manuelle du système d'extinction incendie des transformateurs restera néanmoins possible en salle de commande permettant, si nécessaire, un démarrage à distance.

### **Gestion des effluents d'extinction et des écoulements de l'huile des transformateurs**

Concernant la gestion des eaux d'extinction d'un incendie de transformateur, EDF a précisé que le volume enveloppe d'huile d'un transformateur peut atteindre 80 m<sup>3</sup>, et que les volumes des fosses de recueil des effluents d'hydrocarbures sont de l'ordre de quelques centaines de m<sup>3</sup>. Lors du feu de transformateur survenu sur le site de Paluel en 2010, environ 600 m<sup>3</sup> de produits d'extinction ont été utilisés. Lors de ce même évènement, l'incendie a rendu indisponibles les pompes de relevage des fosses de recueil des effluents correspondantes. L'IRSN estime que la gestion par EDF des effluents d'extinction d'un feu de transformateur devrait être améliorée. EDF a indiqué que, dans le cadre d'une affaire parc en cours, en cohérence avec l'arrêté INB et la décision environnement, les études sur la détermination des volumes d'eaux d'extinction incendie sont en cours de reprise. Par ailleurs, la problématique de la gestion des effluents en cas d'incendie suite à séisme sera étudiée suivant une approche proportionnée aux enjeux. Ces éléments n'appellent pas de commentaire de la part de l'IRSN.

Lors de l'incendie du transformateur survenu sur le site de Paluel en 2010, l'huile issue du transformateur s'est écoulee dans la salle des machines. De plus, sur l'ensemble des réacteurs du parc en exploitation, les casemates des transformateurs sont des ouvrages dont le dimensionnement d'origine n'intègre pas la tenue au séisme. En conséquence, l'IRSN estime que les dispositions permettant de maîtriser un écoulement d'huile du transformateur au-delà des casemates peuvent être insuffisantes en cas d'incendie. **Ce point fait l'objet de l'observation en annexe.**

### **Conclusion**

Sur la base des études expertisées et sous réserve des compléments qu'EDF s'est engagée à apporter, l'IRSN considère que les conséquences d'un incendie d'un transformateur électrique de taille significative, résultant d'un séisme, ne sont pas de nature à remettre en cause la sûreté des réacteurs du parc électronucléaire d'EDF. L'IRSN formule, en outre, une observation relative à la maîtrise des écoulements d'huile en dehors des rétentions prévues pour ces transformateurs.

Pour le Directeur général et par délégation,

Frédérique PICHEREAU

Adjoint au Directeur de l'expertise de sûreté

Annexe à l'Avis IRSN/2019-00247 du 29 octobre 2019

Observation

L'IRSN estime que, pour l'ensemble des transformateurs du parc en exploitation, EDF devrait vérifier, et le cas échéant renforcer, les dispositions permettant de maîtriser les écoulements d'huile en dehors de la rétention prévue.