

Fontenay-aux-Roses, le 3 janvier 2013

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

**Avis IRSN n° 2013-00001**

**Objet :** EDF - Réacteurs électronucléaires  
Instruction des études associées au réexamen de sûreté des réacteurs de 1300 MWe après 30 années de fonctionnement (VD3 1300)  
Suffisance des études de sûreté et des modifications relatives au thème CFT8  
"Perturbations électriques"

**Réf. :** CODEP-DCN-2012-051437 du 17 octobre 2012

Dans le cadre du réexamen de sûreté associé aux troisièmes visites décennales des réacteurs de 1300 MWe (VD3 1300), l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) a souhaité par sa lettre en référence recueillir l'avis de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) sur :

- la pertinence et la suffisance des études menées par Electricité de France (EDF) concernant le thème de réexamen CFT 8 « Perturbations électriques » ;
- la suffisance des modifications envisagées par EDF dans le cadre du réexamen.

Dans l'étude transmise sur le thème CFT 8 « Perturbations électriques », EDF justifie la robustesse des installations nucléaires du palier 1300 MWe vis-à-vis des perturbations électriques d'origine externe ou interne sur la base des résultats des revues techniques réalisées suite aux incidents de Forsmark (Suède) en 2006 et Dampierre en 2007.

Ces deux revues intitulées « Forsmark » et « Dampierre » vont au-delà des circonstances des incidents qui les ont initiées. La revue « Forsmark » correspond à une étude de la sensibilité des matériels vis-à-vis des perturbations du réseau électrique. La revue « Dampierre » constitue une étude du fonctionnement des systèmes électriques.

L'analyse de l'IRSN a porté sur :

- l'étude réalisée par EDF pour caractériser les perturbations électriques les plus pénalisantes en termes de variations de tension et de fréquence. En effet, ce point est déterminant pour les études sur le comportement des matériels qui ont été dimensionnés pour des tensions et fréquences en deçà de certaines limites ;

**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

- la sensibilité des matériels aux perturbations électriques les plus pénalisantes ;
- la revue de fonctionnement des systèmes électriques réalisée par EDF.

#### Caractérisation des perturbations électriques

Après une identification des agressions du réseau externe pouvant provoquer des perturbations sur la distribution électrique interne des installations, EDF a étudié des scénarios par simulation numérique afin de déterminer les domaines enveloppes et les profils de variation en tension et en fréquence que ces perturbations induisent sur les équipements de la distribution électrique.

Après un examen des hypothèses et des scénarios retenus par EDF pour effectuer les simulations, l'IRSN considère la démarche globalement satisfaisante. Toutefois, l'IRSN note qu'EDF n'a pas retenu de scénario initié par un défaut interne à l'installation et que, d'une manière générale, dans les scénarios simulés, EDF ne postule pas de défaillance interne à l'installation qui viendrait se cumuler à une perturbation sur le réseau externe. Depuis la réalisation de ces études, le retour d'expérience international a montré qu'un scénario de cumul n'était pas exclu. Or, un tel scénario pourrait conduire à des résultats plus contraignants en termes de surtension du réseau. Ce point fait l'objet d'une recommandation en annexe.

#### Sensibilité des matériels aux perturbations électriques

EDF a étudié le comportement des matériels électriques du réseau interne quand ils sont soumis à la valeur enveloppe de variation (tension et fréquence) déterminée dans son étude de caractérisation. Pour le palier 1300 MWe, EDF conclut globalement au bon comportement des matériels de la distribution électrique et en particulier des alimentations sans interruption (ensembles chargeur-onduleur-batterie) sur lesquelles EDF a réalisé des essais sur banc.

Suite à l'incident de Forsmark et sans attendre les conclusions de la revue associée, EDF a relevé le seuil de protection contre les surtensions des onduleurs alimentant le système de protection des réacteurs du palier 1300 MWe, afin d'établir une marge vis-à-vis du risque de déclenchement de ces onduleurs en cas de perturbation électrique de type « Forsmark ». L'IRSN considère que la situation s'en trouve améliorée mais que la sélectivité des protections contre les surtensions entre le chargeur en amont et l'onduleur n'est pas pour autant suffisante pour faire face à tous les types de surtension. En effet, l'onduleur pourrait théoriquement déclencher avant le chargeur en cas de surtension sur le réseau, ce qui compromettrait la réalimentation de secours des tableaux électriques par les batteries via l'onduleur. Cependant, malgré ce défaut de sélectivité, les essais réalisés par EDF sur les chargeurs ont montré la performance de la régulation de tension des chargeurs rendant ainsi la surtension très brève aux bornes de l'onduleur et n'ont, en pratique, pas mis en évidence sur le palier 1300 MWe de risque de déclenchement des onduleurs. L'IRSN considère au final que les actions engagées par EDF au titre du retour d'expérience de l'événement de Forsmark sont satisfaisantes.

Par ailleurs, dans le cadre de l'augmentation de la durée de fonctionnement des réacteurs du parc (DDF), EDF a prévu de renouveler les ensembles chargeurs/onduleurs importants pour la sûreté des paliers 900 et 1300 MWe et d'intégrer, dans la spécification des onduleurs, la tenue à une tension plus importante en valeur et en durée. L'IRSN estime que cette action devrait permettre de régler la protection des onduleurs de manière totalement sélective vis-à-vis de la protection des chargeurs, ce qui conférera au système une robustesse encore accrue.

Revue de fonctionnement des systèmes électriques

EDF a réalisé une revue de fonctionnement portant sur les aspects conception, surveillance et fiabilité de la distribution électrique 6,6 kV. La revue a permis de vérifier que l'incident de Dampierre en 2007 ne remet pas en cause les référentiels d'exigences associées aux systèmes électriques. Concernant la surveillance des relais de protection des tableaux 6,6 kV du palier 1300 MWe, EDF indique que les défaillances de ces matériels sont connues et gérées. Pour faire face à l'obsolescence de ces relais de protection, EDF a engagé des actions de conservation des compétences et de dépannage chez le constructeur dans le cadre d'un contrat de maintien aux conditions opérationnelles. Concernant l'étude de fiabilité de la distribution électrique 6,6 kV, EDF indique que les résultats ne mettent pas en évidence de défaillances pouvant impacter significativement la sûreté des installations.

L'IRSN n'a pas de remarque sur ces études et leurs conclusions. Il rappelle que des informations plus détaillées sur le retour d'expérience (tous paliers) concernant la fiabilité des sources électriques (sources internes et externes, distribution électrique) sont attendues dans le cadre du retour d'expérience du parc pour la période 2009 - 2011.

EDF n'a pas transmis d'analyse de fiabilité du turbo-alternateur LLS utilisé en cas de perte totale des alimentations électriques car celui-ci devait être remplacé par un groupe électrogène à moteur diesel. Cependant, suite aux évaluations complémentaires de sûreté menées suite à l'accident de Fukushima, EDF a finalement décidé de conserver le turbo-alternateur LLS dont la fiabilité était pourtant jugée insuffisante. L'IRSN considère cependant que la fiabilisation du turbo-alternateur LLS sera à apprécier dans le cadre d'un examen plus global des performances attendues pour les fonctions à assurer en situation de perte totale des alimentations électriques (notamment l'injection aux joints des pompes primaires) et au regard des modifications qui seront finalement retenues suite à l'accident de Fukushima.

En conclusion, l'IRSN estime que les études menées par EDF dans le cadre du thème « Perturbations électriques » du Réexamen de sûreté VD3 1300 sont globalement satisfaisantes sous réserve des compléments demandés dans la recommandation figurant en annexe.

Bien que ces études n'aient donné lieu à aucune proposition de modification de la part d'EDF, l'IRSN note que les différentes modifications déjà réalisées ou prévues à la lumière de l'événement survenu à Forsmark en 2006, contribuent à l'amélioration de la sûreté vis-à-vis des risques liés aux perturbations électriques.

Pour le Directeur général de l'IRSN, et par délégation,

Le Directeur Adjoint  
de l'Expertise de Sûreté  
P. QUENTIN

Annexe à l'avis IRSN/2013-00001 du 3 janvier 2013

Recommandation

L'IRSN recommande qu'EDF complète son étude de caractérisation des perturbations électriques les plus contraignantes en simulant des scénarios comportant une défaillance du système d'excitation de l'alternateur, soit en initiateur, soit en cumul avec un événement externe, afin de vérifier que les valeurs de tension et de fréquence déterminées comme les plus pénalisantes restent enveloppes.