

Fontenay-aux-Roses, le 7 juin 2016

Monsieur le président de l'Autorité de sûreté nucléaire

Avis/IRSN n° 2016-00187**Objet :** Réacteurs électronucléaires - EDF - Parc en exploitation
Principes de conception du groupe électrogène Diesel d'Ultime Secours**Réf.** Lettre ASN CODEP-DCN-2016-014322 du 18 avril 2016

A la suite des Evaluations Complémentaires de Sûreté (ECS) post-Fukushima, l'ASN a demandé à EDF la mise en œuvre de dispositions matérielles et organisationnelles, appelées Noyau Dur (ND), permettant de gérer une situation de perte totale des alimentations électriques et de la source froide consécutive à une agression extrême. En particulier, l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN), par décisions n°2012-DC-0274 à 0292 du 26 juin 2012, a fixé à Electricité de France (EDF) la prescription ECS-18.11 suivante : « *Au plus tôt compte tenu des contraintes de déploiement sur le parc et, en tout état de cause, avant le 31 décembre 2018, l'exploitant met en place sur chacun des réacteurs du site un moyen d'alimentation électrique supplémentaire permettant notamment d'alimenter, en cas de perte des autres alimentations électriques externes et internes, les systèmes et composants appartenant au noyau dur* ».

En réponse à cette prescription technique, EDF prévoit, sur chacun des réacteurs en exploitation du parc, la mise en place d'un groupe électrogène (GE) diesel supplémentaire dénommé Diesel d'Ultime Secours (DUS).

Par sa saisine en référence, l'ASN sollicite l'avis de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) sur les principes de conception et d'exploitation du DUS qui réalimentera en situations extrêmes les Systèmes, Structures et Composants (SSC) appartenant au ND au regard des objectifs généraux assignés à sa fonction.

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

1 RÔLE ET DESCRIPTION DES DIESELS D'ULTIME SECOURS

Chaque réacteur est actuellement doté de deux diesels de tranche (sources d'alimentation électrique internes), pour pallier les situations de dimensionnement de perte des alimentations électriques externes. Dans ces situations, ces diesels alimentent les systèmes de sauvegarde du cœur, de la piscine de stockage du combustible et de l'enceinte de confinement.

Le nouveau diesel d'ultime secours devra permettre de gérer une situation accidentelle dite « H3 » (perte du réseau et des diesels de tranche) cumulée à une situation accidentelle dite « H1 » (perte totale de la source froide) consécutives à certaines agressions externes plus sévères (dites « agressions extrêmes ») que celles prises en compte jusqu'ici dans la démonstration de sûreté et affectant tous les réacteurs d'un site électronucléaire.

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

Chaque DUS, de puissance moindre que les diesels de tranche, est composé d'un moteur, d'un alternateur et de circuits auxiliaires (alimentation en carburant, graissage, refroidissement...). Pour le démarrage, un conditionnement particulier, au moyen de systèmes auxiliaires de pré-graissage et de préchauffage, est nécessaire. Le fonctionnement du DUS est régulé et surveillé. Deux fournisseurs sont retenus, l'un équipera les réacteurs de 900 MWe et de 1450 MWe (moteurs de « type 1 »), l'autre les réacteurs de 1300 MWe (moteurs de « type 2 »). Ces deux moteurs sont de conception différente. Chaque DUS sera installé dans un nouveau bâtiment dédié, dénommé HDU.

Par ailleurs, le déploiement des DUS est inscrit dans le plan d'actions post-Fukushima d'EDF qui comporte trois phases. En « phase deux », le DUS permettra notamment d'alimenter en électricité des matériels de sauvegarde existants. En « phase trois », il devra permettre d'alimenter électriquement les SSC du ND. Le DUS faisant partie du ND, les exigences de conception fixées pour ce dernier s'y appliquent, notamment en termes de fiabilité et de protection contre les agressions extrêmes.

2 CONTOUR DE L'ANALYSE DE L'IRSN

L'analyse de l'IRSN s'est focalisée sur les principes de conception et d'exploitation définis à ce jour par EDF vis-à-vis des objectifs assignés au DUS en « phase trois » du plan d'actions post-Fukushima, à savoir l'alimentation électrique des équipements du noyau dur.

Ainsi, cette analyse n'aborde ni les exigences du DUS assignées à la « phase deux » ni la valorisation éventuelle du DUS dans d'autres situations que les situations H1+H3 résultant d'une agression extrême.

3 SITUATIONS RETENUES POUR LA CONCEPTION DU DUS

Si les situations prises en compte par EDF à la conception du DUS correspondent formellement à celles retenues pour la définition du ND (« situations ND »), elles ne considèrent pas les situations H3 résultant de la perte décalée dans le temps des diesels de tranche après une agression extrême. Or ces situations réalistes pourraient s'avérer plus pénalisantes pour la conception du DUS. En effet, lorsqu'un diesel de tranche fonctionne encore, se posent les questions :

- de la fiabilité du DUS, s'il est maintenu en fonctionnement « à vide »¹ de façon prolongée (les systèmes de sauvegarde étant alors alimentés par le diesel de tranche). Sur ce point, EDF a indiqué qu'il a retenu, pour la qualification du DUS, une durée de fonctionnement « à vide » de 72 heures ;
- de la disponibilité à terme du DUS, s'il venait à être arrêté et maintenu à l'arrêt. En effet, dans une telle situation, les batteries, le conditionnement thermique ainsi que le pré-graissage du DUS ne sont plus alimentés (ces auxiliaires nécessaires au bon fonctionnement du DUS étant alimentés par le réseau ou le DUS lui-même s'il fonctionne). Ainsi, les conditions requises pour un redémarrage du DUS pourraient ne pas être assurées. Dans cette situation se pose également la question de la prévention du risque de création d'ATmosphère explosive (ATEX) dans le bâtiment HDU (notamment dans le local des batteries du DUS).

¹ Lors d'un fonctionnement « à vide » le diesel n'assure l'alimentation que de ses propres auxiliaires

Si les effets d'une perte en cascade des alimentations électriques n'ont pas été explicitement étudiés, d'autres situations dégradées ont toutefois été considérées par EDF à la conception du DUS, à savoir les situations de perte de la pression dans les réservoirs d'air nécessaire au démarrage du DUS, de températures extérieures plus pénalisantes que celles des référentiels en vigueur, ou encore de décharge des batteries nécessaires au démarrage et au couplage du DUS. L'IRSN observe que les dispositions matérielles et organisationnelles envisagées par EDF pour gérer ces situations dégradées pourraient également permettre de gérer, dans une certaine mesure, les situations H3 résultant d'une perte décalée des diesels de tranche. Néanmoins, l'IRSN estime que certains aspects restent encore à examiner de la part d'EDF pour valider l'efficacité de ces dispositions.

Dans le cadre de l'instruction, EDF s'est ainsi engagé à étudier la faisabilité des actions qui permettront le démarrage et le couplage du DUS dans ces situations dégradées en tenant compte des effets potentiellement induits par la perte en cascade des diesels, ce que l'IRSN estime satisfaisant.

De plus, EDF s'est engagé à fournir à l'Organisation Nationale de Crise, avant la mise en exploitation du DUS, les éléments techniques et fonctionnels relatifs à la conception et au dimensionnement du DUS afin de lui permettre de définir le mode d'exploitation du DUS dans de telles situations (maintien en fonctionnement ou arrêt), ce qui est satisfaisant.

4 EXIGENCES ET CRITERES FONCTIONNELS

Puissance retenue pour le DUS

EDF a indiqué que la puissance électrique qu'il a retenue pour le DUS tient compte des principaux équipements à alimenter (y compris les auxiliaires du DUS) ainsi que d'une marge dont la suffisance n'a pas été justifiée. La définition des SSC du Noyau Dur n'étant pas finalisée, EDF a considéré des « matériels type » pour dimensionner cette puissance.

A ce stade, l'IRSN souligne la nécessité de prévoir une marge significative à la conception du DUS pour pallier un certain nombre d'inconnues relatives à la liste et aux caractéristiques des équipements du Noyau Dur que le DUS devra alimenter, et d'incertitudes liées à la démarche d'établissement du bilan de puissance d'un diesel et aux spécifications des matériels.

L'IRSN rappelle à cet égard que la gestion des situations accidentelles de type noyau dur, qui conditionne les équipements à alimenter par le DUS, est en cours d'instruction dans d'autres cadres. Le dossier actuel d'EDF ne permet de se prononcer ni sur le dimensionnement de la puissance du DUS ni sur le caractère suffisant de la marge retenue.

Autonomie en fuel du DUS

Le volume de fuel couvre les besoins nécessaires au fonctionnement du groupe pendant 48 heures « à vide », suivies de 72 heures à la puissance nominale. L'IRSN considère que l'objectif d'autonomie en fuel retenu par EDF pour le DUS est satisfaisant.

Autonomie en huile de graissage du DUS

EDF retient une autonomie en huile de graissage du DUS de 15 jours, pour un fonctionnement à pleine charge, ce que l'IRSN estime satisfaisant. Toutefois, l'huile étant stockée dans le moteur, la masse de l'ensemble peut évoluer lors du fonctionnement, ce qui est susceptible d'induire une entrée en résonance du groupe. Dans le cadre de l'instruction, EDF a indiqué que les essais de qualification en

usine ainsi que les essais de requalification sur site des moteurs diesels permettront de démontrer l'absence de ce risque.

Autonomie en air de lancement du DUS

Le démarrage du DUS nécessite un système à air comprimé qui permet d'assurer plusieurs tentatives de démarrage. EDF a précisé qu'un raccordement permettrait à un compresseur mobile de pallier une pression éventuellement insuffisante dans les réservoirs d'air. De plus, une procédure spécifique permettra le démarrage du groupe dans le cas où la pression des réservoirs d'air serait inférieure à la pression requise. L'IRSN estime que ces dispositions complémentaires, qui sont de nature à fiabiliser le démarrage du DUS dans des situations potentiellement dégradées, sont satisfaisantes.

5 EXIGENCES DE CONCEPTION RELATIVES AU DUS

Protection du DUS contre les agressions externes extrêmes

Le bâtiment HDU est dimensionné au « séisme SND ». Sa conception prend également en compte les phénomènes naturels exceptionnels comme les vents extrêmes, la foudre, la grêle, la tornade, les inondations externes. L'IRSN ne se prononce pas ici sur les niveaux d'aléas correspondants qui ont fait l'objet d'instructions par ailleurs. Il rappelle cependant qu'il a estimé qu'EDF devait apporter des compléments sur le dimensionnement des bâtiments HDU au « séisme SND ». Ces compléments sont nécessaires pour statuer sur le caractère acceptable des exigences de qualification au séisme appliquées au DUS.

Concernant les températures extérieures qui influent sur les conditions de température dans les locaux du bâtiment HDU, EDF a considéré, à la conception du DUS, les températures de dimensionnement des référentiels « Grands Chauds » et « Grands Froids » en vigueur. En outre, l'IRSN note qu'une marge complémentaire de 3°C a été retenue par rapport aux températures du référentiel « Grands Chauds » pour le dimensionnement du DUS. Enfin, dans le cadre des situations dégradées qu'il a étudiées, EDF a pris en compte des températures extérieures inférieures à celles du référentiel « Grands Froids » et examine actuellement la faisabilité des actions nécessaires au démarrage et au couplage du DUS dans cette situation.

Protection du DUS contre les agressions internes induites par les agressions externes extrêmes

Incendie dans le bâtiment HDU

Les dispositions de protection du DUS contre l'incendie définies par EDF sont prises en regard de la sécurité du personnel et de la protection de son patrimoine. En effet, l'ensemble des équipements situés dans le bâtiment HDU étant dimensionné au « séisme SND », EDF exclut tout départ de feu en situation ND. Le caractère acceptable de cette hypothèse fait actuellement l'objet d'un examen de l'IRSN dans un autre cadre.

Explosion dans le bâtiment HDU

Le bâtiment HDU présente un risque de formation d'atmosphère explosive du fait notamment de la présence des batteries du DUS. Le local des batteries est équipé d'une file d'extraction et d'une file de soufflage indépendantes. Selon EDF, une seule file permet d'éviter la formation d'ATEX, ce qui

pour l'IRSN reste à démontrer. Par ailleurs, EDF ne précise pas si d'autres équipements présents dans le bâtiment HDU peuvent induire un risque d'explosion. En conséquence, l'IRSN estime qu'EDF doit compléter sa démonstration relative à la prise en compte du risque d'explosion dans le bâtiment HDU. EDF s'est engagé à transmettre des compléments de démonstration d'ici fin 2016.

Protection du DUS contre l'incendie ou l'explosion d'origine externe au bâtiment HDU

EDF n'a pas présenté d'étude concernant le risque d'agression du DUS par un feu ou une explosion d'origine externe au bâtiment HDU. Dans le cadre de l'instruction, EDF a indiqué qu'il fournirait cette étude d'ici fin 2016.

Qualification fonctionnelle du DUS

L'IRSN prend note du programme de qualification conséquent engagé par EDF pour le DUS, d'une part avec des essais en usine et d'autre part avec des essais sur site. L'IRSN souligne l'importance des essais à charge minimale, eu égard à la gestion du DUS dans les situations H3 pouvant résulter d'une perte décalée des diesels de tranche. Par ailleurs, EDF s'est engagé à transmettre les rapports d'essais de qualification du DUS en juillet 2016.

Fonctionnement et surveillance du DUS

Les études de conception du DUS n'étant pas finalisées, les dispositions de surveillance du fonctionnement de cet équipement ne sont pas définies à ce jour. EDF a indiqué que ces éléments seront précisés dans le cadre de la déclaration des modifications associées au déploiement des DUS sur les réacteurs.

6 EXIGENCES DE FIABILITE ET DE DISPONIBILITE SPECIFIQUES AU DUS

Risques de défaillance par mode commun et diversification entre le DUS et les diesels de tranche

Le DUS doit pallier la perte des deux diesels de tranche. Une certaine diversification du DUS par rapport aux diesels de tranche est ainsi à rechercher, sans que cela nuise à sa fiabilité, conformément à la prescription ECS-1 III de l'ASN : « *Pour ce noyau dur, l'exploitant met en place des SSC indépendants et diversifiés par rapport aux SSC existants afin de limiter les risques de mode commun. L'exploitant justifie le cas échéant, le recours à des SSC non diversifiés ou existants.* ».

L'examen par l'IRSN du moteur et des principaux circuits auxiliaires du DUS montre qu'une diversification a été recherchée par EDF pour le DUS de « type 2 » (qui équipera les réacteurs de 1300 MWe), ce qui est satisfaisant. En revanche, le DUS de « type 1 » est plus proche dans sa conception des diesels équipant les réacteurs de 900 MWe. EDF n'a pas présenté de justifications pour le recours à des composants non diversifiés. L'IRSN considère que, pour les composants qui ne pourraient pas être diversifiés, les risques de défaillance par mode commun entre le DUS et les diesels de tranche doivent être limités par la mise en place de dispositions de suivi en exploitation renforcées. A ce sujet, EDF s'est engagé à assurer un haut niveau de surveillance en exploitation du DUS ainsi qu'à réaliser des actions rapides de vérification en cas de découverte d'anomalie affectant un matériel commun ou similaire aux autres diesels de la tranche.

Par ailleurs, EDF s'est engagé, d'ici fin 2016, à :

- effectuer une analyse des risques de mode commun associés à l'huile de graissage ;
- préciser comment le retour d'expérience d'exploitation des diesels du parc a été pris en compte à la conception du DUS, ainsi que les conclusions qu'il en tire vis-à-vis de la limitation des risques de mode commun (notamment lors de la maintenance et de la surveillance en exploitation).

Ces engagements d'EDF sont jugés satisfaisants par l'IRSN.

Prise en compte du retour d'expérience des diesels proposés pour les DUS

Selon EDF, les modèles de diesels retenus pour les DUS bénéficient d'un retour d'expérience conséquent. L'IRSN note que, pour le DUS de « type 1 », ce retour d'expérience ne concerne pas le domaine nucléaire. En tout état de cause, l'IRSN souligne l'importance des essais de qualification fonctionnelle de ces moteurs.

Essais périodiques (EP)

La périodicité affichée pour les essais périodiques à charge partielle des DUS est de six mois, celle-ci étant de deux mois pour les diesels du parc. EDF s'est engagé à transmettre en 2016 un dossier justificatif à ce sujet ainsi que les éléments qu'il a retenus pour le dimensionnement du banc de charge nécessaire à la réalisation des essais périodiques du DUS.

7 CONCLUSION

L'IRSN souligne les efforts qu'EDF a portés à la conception des nouveaux Diesels d'Ultime Secours destinés à alimenter les équipements du Noyau Dur lors d'une situation accidentelle de perte totale des alimentations électriques et de la source froide consécutive à une agression externe extrême. L'IRSN estime également positive la démarche d'EDF d'étudier les situations dégradées dans lesquelles le DUS pourrait être valorisé, en particulier une situation de perte des diesels de tranche qui surviendrait jusqu'à 72 heures après la perte des sources d'alimentation électrique externes. L'IRSN souligne l'intérêt des études d'EDF relatives aux dispositions matérielles et organisationnelles visant à permettre le démarrage du DUS dans certains modes dégradés, potentiellement consécutifs à l'arrêt du DUS. L'IRSN note de plus les nombreux engagements pris par EDF dans le cadre de cette instruction qui devraient conduire EDF à compléter, d'ici fin 2016, ses justifications de la conception du DUS.

Toutefois un certain nombre de principes ou d'études concernant la gestion des situations accidentelles sont toujours en cours d'instruction, voire dans certains cas en cours de définition, et sont susceptibles d'impacter la conception du DUS, notamment en termes de puissance requise.

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

Frédérique PICHEREAU

Adjoint au Directeur expertise de sûreté