

Fontenay-aux-Roses, le 24 octobre 2017

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

Avis IRSN/2017-00335

Objet : EDF - REP - Réacteur EPR de Flamanville 3 - INB 167 - Exhaustivité et suffisance des essais de démarrage du réacteur.

Réf. [1] Décision ASN - Décision n° 2013-DC-0347 du 7 mai 2013
[2] Lettre ASN - CODEP-DCN-2014-031467 du 7 juillet 2014
[3] Avis IRSN - 2015-00247 du 23 juillet 2015
[4] Avis IRSN - 2015-00019 du 22 janvier 2015
[5] Avis IRSN - 2014-00338 du 11 septembre 2014
[6] Avis IRSN - 2014-00395 du 30 octobre 2014

Dans le but de s'assurer de la conformité de l'installation telle que construite aux exigences de la démonstration de sûreté et conformément aux prescriptions de l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) fixées par sa décision en référence [1], Électricité de France (EDF) a établi un programme d'essais pour le démarrage du réacteur n° 3 de la centrale nucléaire de Flamanville de type EPR (EPR FA3) en justifiant la suffisance et la complémentarité de ce programme avec les autres contrôles et essais contribuant à la vérification de la conformité de l'installation (contrôles de fabrication et de montage, essais de qualification, essais réalisés en usine, essais particuliers réalisés sur d'autres réacteurs du même type).

Le programme d'essais de démarrage d'EDF est construit par système élémentaire¹, par type d'équipements (pompes, robinets...) et par thématiques à caractère transverse (vérification du comportement de l'installation en cas de perte des alimentations électriques par exemple).

Dans le cadre de l'instruction de la demande d'autorisation de mise en service de l'EPR de Flamanville 3, vous avez sollicité l'avis de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) sur l'exhaustivité et la suffisance du programme d'essais de démarrage [2].

Compte tenu du nombre très important d'essais à réaliser dans le cadre de la mise en service de l'EPR FA3, l'analyse de l'IRSN a été faite de façon détaillée sur un lot limité de programmes ou de guides types d'essais jugé représentatif des essais devant être réalisés. Elle a été formalisée par des analyses transmises à l'exploitant et par des avis rendus à l'ASN.

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

¹ Un système élémentaire est un regroupement d'équipements qui assurent une fonction commune, comme par exemple la ventilation d'un bâtiment.

En complément de ces évaluations, l'IRSN a émis un avis d'ordre général sur les programmes d'essais d'EDF visant à émettre des recommandations et observations à caractère transverse [3].

Cet avis, rendu en 2015, évaluait des programmes d'essais de démarrage essentiellement élaborés à partir de notes d'analyse d'exhaustivité (NAE) des exigences devant faire l'objet d'une vérification lors de la mise en service du réacteur. Le mode d'élaboration de ces NAE présentait toutefois des limites ne permettant pas de répondre pleinement aux objectifs de la décision de l'ASN fixant à EDF les prescriptions relatives aux essais de démarrage de l'EPR FA3 [1]. L'exhaustivité et la suffisance des essais de démarrage a donc été réévaluée par EDF à partir de fin 2014 et a été formalisée au travers de notes d'analyse de la suffisance (NAS) des essais de démarrage.

L'objet du présent avis de l'IRSN est de réviser et de compléter l'examen des programmes d'essais de démarrage de l'EPR FA3 ayant conduit à l'avis [3] en tenant compte d'évaluations réalisées postérieurement à cet avis et après analyse d'un certain nombre de NAS.

Méthode d'analyse de la suffisance des contrôles et essais à réaliser pour la mise en service de l'EPR FA3

La prescription [INB167-A] de la décision [1] indique : « *l'exploitant réalise ou fait réaliser des contrôles et essais appropriés des éléments importants pour la protection (EIP) - au sens de l'arrêté du 7 février 2012 fixant les règles générales relatives aux installations nucléaires de base - que ces EIP soient des structures, des systèmes ou des composants. Ces essais comprennent autant que nécessaire :*

- *des essais et contrôles réalisés hors périmètre de l'INB n° 167 Flamanville 3 sur des EIP ;*
- *des essais et contrôles réalisés, dans le périmètre de l'INB n° 167 Flamanville 3, pendant le montage, la construction ou l'installation des EIP ;*
- *des essais réalisés, dans le périmètre de l'INB, une fois ces EIP construits ou installés sur site ». Ces derniers essais sont appelés « essais de démarrage » dans la décision [1].*

En application de la prescription [INB167-B] de la décision [1], l'exploitant doit mettre en œuvre une démarche formalisée permettant de s'assurer de la suffisance des contrôles et essais à réaliser, en justifiant leur articulation et leur enchaînement.

Pour définir les contrôles et essais à réaliser, EDF s'est initialement basé sur les dossiers de systèmes élémentaires (DSE) qui décrivent les fonctions de sûreté ainsi que les principes de conception et de dimensionnement des équipements du réacteur. Afin de s'assurer de l'exhaustivité des essais prévus, EDF a recensé toutes les assertions figurant dans les DSE et a associé à chacune de ces assertions l'essai (ou les essais) qui permet(tent) de la vérifier en y associant un critère d'acceptation. En complément, EDF a vérifié que tous les équipements des DSE avec un repérage fonctionnel font l'objet d'essais pour assurer qu'ils sont aptes à remplir les fonctions de sûreté qu'ils doivent accomplir. Cette analyse était tracée dans des Notes d'analyse d'exhaustivité (NAE).

Cette méthode a fait l'objet de remarques de la part de l'IRSN et de l'ASN :

- les DSE utilisés pour réaliser ces analyses ne comprenaient pas l'ensemble des exigences figurant dans la démonstration de sûreté applicables à l'EPR FA3 ;
- la vérification de la complémentarité des essais réalisés hors site et sur site était insuffisante ;
- les contrôles ou essais à réaliser sur certains équipements passifs n'étaient pas analysés ;
- les exigences transverses à plusieurs systèmes élémentaires n'étaient pas couvertes par cette méthode.

Comme indiqué précédemment, EDF a alors défini une nouvelle méthodologie d'analyse de la suffisance des essais de vérification de la conformité de l'installation, dont la déclinaison se traduit par des notes d'analyse de suffisance (NAS). EDF indique que ces notes ont pour but « *de justifier la suffisance des contrôles amont et des essais et contrôles sur site proposés en regard des exigences de sûreté relatives au système et à ses EIP. Elles définissent les critères de sûreté nécessaires à vérifier ces exigences* ».

La justification de la suffisance d'un programme d'essais d'un système élémentaire consiste à identifier l'ensemble des configurations de test permettant de couvrir ses fonctions et modes de fonctionnement et de leur associer des critères à vérifier. Pour les EIP non rattachés à un système élémentaire (ouvrages et structures de génie civil ainsi que certains composants passifs), la méthode de démonstration de la suffisance des contrôles et essais à réaliser regroupe les EIP par familles et identifie les exigences associées à ces familles d'EIP à partir du rapport de sûreté, de documents d'ingénierie et des contrats passés aux fournisseurs.

Cet examen est complété par des analyses rattachées à des « pseudo-systèmes ». Ces « pseudo-systèmes » sont considérés par EDF comme des moyens d'organiser des vérifications de conformité sur site. Les essais relatifs aux « pseudo-systèmes » relèvent de trois catégories :

- les essais fonctionnels d'ensemble qui, par nature, mobilisent plusieurs systèmes élémentaires ;
- les vérifications liées à une thématique transverse (pertes de sources électriques, essais physiques du cœur, contrôles des supportages...) ;
- l'enchaînement des essais d'ensemble ; le programme d'essais de ce pseudo-système fait alors référence à des essais décrits dans d'autres programmes d'essais.

Les NAS qui formalisent la justification de la suffisance des contrôles et essais à réaliser doivent s'assurer de la complémentarité des vérifications entreprises à différents stades de la conception et de la construction du réacteur. Un essai sur site n'est pas forcément à réaliser si un contrôle ou un essai antérieur permet de s'assurer de la conformité de l'installation sur le point considéré et que les résultats obtenus ne peuvent être dégradés avant ou pendant l'installation sur site. D'après la démarche définie par EDF, la démonstration de la suffisance doit soulever pour chaque exigence définie sur un EIP, les interrogations suivantes :

- « *Les résultats de validation obtenus en amont du site sont-ils disponibles au moment de la définition des essais de démarrage ?* »
- *Les conditions de représentativité de l'obtention de ces résultats sont-elles satisfaisantes ? On s'intéressera notamment à la représentativité du banc de test, de la plate-forme, du simulateur, à la version des données utilisées, aux évolutions de conception intervenues depuis l'obtention des résultats, au caractère enveloppe des configurations de tests au regard de l'exigence à vérifier.*
- *Les résultats de validation constituent-ils la validation in fine de l'exigence ? »*

Lorsque l'état des lieux du programme d'essais et de contrôles prévus sur site et en amont n'apparaît pas suffisant, le programme de contrôles et d'essais est complété. Les documents qui spécifient chacun des contrôles et essais prévus pour valider les exigences d'un EIP doivent être référencés dans les NAS. Ces notes précisent ensuite si les essais de démarrage prévus sur site seront réalisés dans des conditions de réalisation enveloppes, réelles ou transposées. Les conditions enveloppes sont les conditions les plus pénalisantes fixées par les exigences à respecter. Un essai en condition réelle suppose, quant à lui, « *la conformité du critère d'essai de l'équipement aux conditions de fonctionnement fixées par le constructeur, la conformité aux conditions d'ambiance et d'environnement fixées par l'exigence à respecter et la représentativité du critère par rapport à la variabilité des conditions* ».

d'exploitation ». Enfin, un essai réalisé en conditions transposées nécessite de transposer les critères d'acceptation des conditions enveloppes pénalisantes aux conditions d'essais.

Les essais de démarrage et critères associés identifiés à partir des NAS sont formalisés par des documents dénommés « programmes de principe d'essais » (PPE). Ces PPE présentent, pour un système élémentaire donné, les procédures d'exécution d'essais (PEE) à réaliser, leurs objectifs et leur enchaînement, les principes de leur réalisation et les critères à respecter. Ces PPE sont complétés par des guides types (GT) d'essais qui décrivent le mode opératoire à suivre pour les essais de même nature pour différentes catégories d'équipements (les moteurs électriques, les pompes, les ventilateurs, les robinets...) ou de vérifications (mesures de vibrations par exemple).

L'IRSN considère que les principes exposés dans les notes décrivant la démarche d'EDF sont clairs et pertinents. La nouvelle méthodologie mise en place par EDF pour construire son programme d'essais de démarrage apporte ainsi une réelle plus-value, aussi bien théorique que pratique², par rapport à l'ancienne méthode en vigueur depuis le démarrage du deuxième réacteur de la centrale de Golfech. Toutefois, un examen par sondage des NAS montre que ces principes ne sont pas toujours déclinés correctement, ce qui appelle des recommandations et observations de l'IRSN présentées dans la suite de cet avis.

Données d'entrées utilisées pour construire les NAS

Analyse des exigences fonctionnelles

EDF a réalisé des analyses visant à identifier les exigences fonctionnelles issues de la démonstration de sûreté nucléaire. Ces analyses des exigences fonctionnelles (AEF) servent de principales données d'entrée à l'examen de la suffisance des essais de démarrage. Les analyses fournies au moment du dépôt du dossier de demande d'autorisation de mise en service de l'installation (DMES), en mars 2015, ont été complétées afin de mieux prendre en compte les informations nécessaires en conduite incidentelle ou accidentelle (CIA), les agressions, les accidents graves, les dispositions visant à considérer comme exclues certaines situations dans la démonstration de sûreté et les fonctions assurées par le centre de crise local (CCL). Pour autant, ces analyses ne couvrent toujours pas les fonctions de limitation introduites pour limiter le nombre ou l'ampleur de certains transitoires d'exploitation (îlotage du réacteur par exemple), l'ensemble des agressions (les chutes de charge par exemple), tous les scénarios accidentels pouvant conduire à une suppression à froid et à une rupture fragile de la cuve ainsi que les informations nécessaires à la gestion d'une crise lors d'un accident nucléaire.

L'IRSN présente en annexe 1 une recommandation générale et deux recommandations particulières sur ce sujet (recommandations n° 1 à n° 3).

Exigences applicables aux EIP passifs

La première analyse de l'IRSN à caractère générique du programme d'essais périodiques de l'EPR FA3 [3] a conduit l'ASN à demander à EDF de compléter sa méthodologie d'analyse de la suffisance des contrôles et essais de démarrage afin de tenir compte, en données d'entrée, de l'ensemble des exigences portées par les EIP passifs.

À la suite de cette demande, EDF a amélioré la prise en compte de ces exigences. Pour identifier les contrôles et essais à réaliser sur les structures de génie civil, la démarche d'EDF s'appuie sur le code de conception ETC-C³. Les autres EIP passifs sont regroupés par famille (portes, trémies, siphons de sol, chemin de câbles...) afin de définir leurs exigences au sein de NAS spécifiques. De plus, en complément des contrôles et essais qui seront déclinés dans

² De nombreux contrôles et essais ont été ajoutés ou complétés par l'application de cette nouvelle méthode.

³ EPR Technical Code - Civil engineering.

les PPE pour vérifier ces exigences, EDF a prévu de réaliser des revues de conformité de ces EIP passifs. Il s'agit de revues transverses spécifiques permettant de procéder à une vérification dans un état quasiment finalisé de l'installation, avant l'arrivée du combustible et avant le chargement du réacteur. Elles concernent la sectorisation incendie, les vérifications en local associées à la démarche « séisme événement » et la protection volumétrique contre les inondations externe.

L'IRSN note les avancées d'EDF dans l'identification des exigences des EIP passifs à vérifier et considère que les revues de conformité prévues par l'exploitant constituent une bonne pratique. Toutefois, l'IRSN constate que l'exercice d'identification des exigences mené par EDF porte essentiellement sur la protection de l'installation contre les effets des agressions et que les EIP passifs concernés par les NAS spécifiques sont essentiellement des EIP non rattachés à un système élémentaire. Des équipements passifs, tels que des tuyauteries, casse-siphons, supportages, assemblages à brides, filtres, etc. qui répondent à des exigences de section libre de passage d'un fluide, d'arrêt de vidange accidentelle, d'étanchéité d'un circuit faisant partie d'une extension de la troisième barrière de confinement, de maintien de jeu fonctionnel lors de transitoires accidentels ou de qualité du fluide véhiculé ne sont pas couverts par la démarche mise en place par EDF.

Pour autant, la vérification de ce type d'exigences n'est pas totalement absente des programmes d'essais de démarrage. L'IRSN a pu ainsi vérifier par sondage que des vérifications fonctionnelles de casse-siphons du système PTR de refroidissement et de traitement des piscines sont prévues, qu'une vérification des jeux fonctionnels des butées et des supportages des tuyauteries des circuits primaire et secondaires ainsi que de certains circuits auxiliaires au circuit primaire seront réalisés pendant les essais à chaud du réacteur. Par contre, l'IRSN n'a pas trouvé trace de contrôle vérifiant l'étanchéité des circuits constituant une extension de la troisième barrière de confinement dans des conditions pénalisantes de sollicitations mécaniques et thermiques pouvant être rencontrées au cours des essais de démarrage. Il n'existe également aucun contrôle permettant de s'assurer de l'absence de bipasse de la filtration présente en fond de piscine IRWST⁴ dans les NAS des systèmes d'injection de sécurité RIS et d'évacuation ultime de la chaleur de l'enceinte de confinement EVU. Pourtant, une anomalie générique concernant plusieurs constructeurs sur 40 réacteurs environ a révélé, suite à des contrôles demandés par l'IRSN fin 1989, la présence de biphases sur ces filtres d'une taille pouvant atteindre plusieurs dizaines, voire plusieurs centaines de cm². Elle rendait ainsi inopérante la fonction de filtration. **Des contrôles des filtres des systèmes RIS et EVU présents en fond de piscine IRWST devraient donc être identifiés dans les NAS RIS et EVU.**

L'IRSN rappelle qu'au titre d'une demande formulée en mars 2016 par l'ASN, EDF devait réaliser sous six mois un bilan des vérifications permettant de s'assurer que les NAS recensent effectivement l'ensemble des exigences issues du rapport de sûreté (RDS), en particulier celles de nature non fonctionnelle. Ce bilan n'a pas encore été transmis par EDF à ce jour. **L'IRSN n'émet donc pas de nouvelle recommandation à portée générale sur ce sujet.** En revanche, le constat d'absence de contrôle d'étanchéité des circuits constituant une extension de la troisième barrière dans les conditions de fonctionnement pénalisantes pouvant être rencontrées lors des essais de démarrage et d'absence de contrôle des filtres de la piscine IRWST fait l'objet des recommandations n° 4 et n° 5 présentées annexe 1.

Applicabilité des procédures de conduite

Un des objectifs des essais de démarrage est également de contribuer à la validation des procédures de conduite du réacteur en complément des tests réalisés sur un simulateur pleine échelle. Une première étape de validations à blanc est entreprise après réception de la salle de commande : une équipe de conduite analyse chaque consigne de

⁴ In-containment refueling water storage tank.

conduite en s'assurant de la faisabilité des actions demandées (en salle de commande et en local). La validation de la CIA par des essais sur site en réel ne concerne, elle, qu'une partie du domaine incidentel dans des configurations d'exploitation pouvant être rencontrées en conduite normale. Elle est toutefois complétée par une vérification de l'applicabilité de l'ensemble des fiches d'actions locales, à l'exception de celles risquant de générer des dégradations d'équipements.

L'IRSN estime pertinent le programme de validation des procédures de conduite défini par EDF. À cet égard, l'IRSN signale que, lors de précédents démarrages de réacteurs, la validation des procédures de conduite lors de mises en situation réelles n'était pas systématiquement formalisée par des comptes rendus. Certaines anomalies importantes découvertes à cette occasion n'ont pas été signalées à l'ASN, comme par exemple la modification de la procédure de conditionnement thermique du système de refroidissement à l'arrêt de réacteur (RRA), à la suite de fuites constatées aux brides d'accostage des pompes. **L'IRSN estime qu'EDF doit mettre en place un processus permettant de garantir que de tels constats, ayant un intérêt pour la sûreté et devant faire l'objet d'une analyse ou d'un traitement, soit identifiés et formalisés sur l'EPR FA3 (voir recommandation n° 6 en annexe 1).**

De plus, en ce qui concerne la vérification de la possibilité de réaliser les actions en local prévues par la CIA, l'IRSN estime que l'exploitant doit tenir compte des configurations particulières des systèmes de ventilation qui pourraient engendrer en situation incidentelle ou accidentelle des différences de pression entre locaux plus importantes qu'en fonctionnement normal. Ces écarts de pression sont susceptibles de rendre difficile, voire impossible, l'ouverture de portes en cas d'incident ou d'accident. **L'IRSN considère que les validations en réel réalisées dans le cadre du programme d'essais de démarrage devront permettre de vérifier la faisabilité de ces actions en local en conditions pénalisantes d'écart de pression entre locaux (voir recommandation n° 7 en annexe 1).**

Retour d'expérience d'exploitation

Les enseignements issus du retour d'expérience (REX) des précédentes mises en service de réacteurs et des événements significatifs survenus lors de leur fonctionnement sont une donnée d'entrée importante à prendre en compte pour construire le programme d'essais de démarrage de l'EPR FA3.

L'examen du REX présenté par EDF en réponse à la décision de l'ASN [1] souligne surtout l'intérêt de capitaliser l'expérience issue des précédents démarrages de réacteur. Cet intérêt est partagé par l'IRSN. Néanmoins, l'IRSN estime que les enseignements présentés restent généraux et qu'EDF n'a pas pris le recul suffisant pour identifier la cause des dysfonctionnements constatés et définir les actions à prendre dans le cadre des essais de démarrage de nouvelles installations. **Ils sont de plus très partiels.** L'IRSN estime ainsi qu'il n'est pas normal qu'EDF n'ait pas pris en compte dans son programme d'essais des groupes électrogènes de secours et d'ultime secours le retour d'expérience des écarts de conformité des coussinets de moteurs diesels de type « MIBA® » ayant conduit EDF à déclarer, le 16 février 2011, un événement significatif de niveau 2 sur l'échelle INES. Cet incident a en effet conduit à la définition d'un protocole particulier d'essais de qualification prenant notamment en considération les conditions de fonctionnement les plus sévères pour ce composant sensible (marche à vide des moteurs à vitesse élevée). Ce point fait l'objet d'une recommandation présentée plus loin dans cet avis (recommandation n° 9).

D'autres recommandations formulées dans cet avis ont également pour cause une prise en compte insuffisante du REX par EDF (recommandations n° 2, 4, 5, 6, 10, 14, 15, 16 et 17).

Ceci amène l'IRSN à formuler la recommandation à caractère général n° 8 présentée en annexe 1.

Complémentarité entre les différents contrôles et essais réalisés

Un des objectifs des NAS est de s'assurer de la complémentarité et de la suffisance des contrôles et essais réalisés à différents stades de la vérification des exigences définies pour un EIP : essais de qualification, essais en usine, contrôles de fabrication et de fin de montage et essais de démarrage.

Or, dans les NAS remises à jour récemment, l'IRSN constate l'absence de prise en compte de la demande de l'ASN de référencement des actions menées au titre de la qualification des équipements afin de vérifier le respect d'une exigence fonctionnelle formulée à la suite de l'avis [3].

En outre, le REX de précédents essais de démarrage ainsi que d'écarts de conformité ayant affecté les réacteurs du parc en fonctionnement montre l'importance de la réalisation d'essais de fonctionnement de longue durée ou dans les conditions particulières de fonctionnement des groupes motopompes et électrogènes de sauvegarde non utilisés en fonctionnement normal (incidents de soulèvement du rotor des moteurs des pompes RIS basse pression et d'aspersion enceinte (EAS), incidents d'usure prématurée des coussinets des groupes électrogènes de secours et d'ultime secours, etc.). L'IRSN estime qu'EDF devra justifier la complémentarité et la suffisance des essais de qualification, des essais réalisés en usine puis des essais réalisés sur site sur ce point (voir recommandation n° 9 présentée en annexe 1).

Prise en compte de l'ensemble des configurations de fonctionnement des systèmes

Au travers de l'examen par sondage des programmes d'essais de démarrage de l'EPR FA3, l'IRSN estime que la prise en compte des différentes configurations de fonctionnement des systèmes pour la vérification des exigences définies par la démonstration de sûreté est globalement satisfaisante. L'analyse de l'IRSN fait néanmoins ressortir les points particuliers suivants.

Le niveau de sollicitation vibratoire des circuits dépend de nombreux paramètres tels que l'isométrie réelle des lignes après montage ainsi que la température, la pression et le débit du fluide qui peuvent influencer d'éventuels phénomènes d'excitation vibratoire comme la cavitation. Sur le parc, de nombreux piquages se sont fissurés ou ont rompu par fatigue vibratoire. Du fait de ce retour d'expérience et des nombreuses configurations de fonctionnement à prendre en compte pour vérifier que le niveau de sollicitation vibratoire des circuits reste acceptable, le volume et l'étendue des mesures de vibrations lors des essais de démarrage ont sans cesse augmenté au cours du temps. À cet égard, les essais et mesures de vibrations réalisés sur les réacteurs du palier N4 constituent la référence pour l'IRSN. Or le programme d'essais prévu sur l'EPR FA3 est en retrait, ce qui a conduit l'IRSN à formuler plusieurs recommandations dans son avis [4].

Sur ce sujet également, l'IRSN constate une absence de prise en compte du REX des phénomènes de pulsation de pression conduisant à un niveau vibratoire élevé des tuyauteries des lignes ASG pour des couples de débits et de pressions non rencontrés en fonctionnement normal mais qui surviendront en condition de fonctionnement accidentel. Ceci conduit l'IRSN à formuler la recommandation n° 10 présentée en annexe 1.

Par ailleurs, l'IRSN s'est interrogé, au cours de son examen des programmes d'essais de démarrage prévus sur l'EPR FA3, sur la prise en compte des configurations particulières de systèmes pouvant être mises en œuvre lors d'intervention de maintenance et constituant des conditions initiales des études d'accident. Les réponses apportées par EDF sur les points particuliers soulevés lors de l'instruction sont jugées satisfaisantes mais l'IRSN considère que ce sujet mérite une attention particulière et formule l'observation n° 1 présentée en annexe 2.

Les systèmes de ventilation des locaux doivent assurer leurs fonctions de sûreté dans les configurations nominales prévues en conditions de fonctionnement normal, incidentel et accidentel et en configurations de fonctionnement dégradées (perte d'un ventilateur de soufflage ou d'extraction par application du critère de défaillance unique, perte des ventilateurs non secourus électriquement...) dans différentes conditions de mise en communication des locaux (ouverture du tampon matériel d'accès au bâtiment réacteur par exemple). Dans ses avis portant sur les PPE des systèmes de ventilation (ventilation du bâtiment combustible (DWK) [5], ventilation des bâtiments des diesels (DVD) [6]), l'IRSN a formulé plusieurs recommandations visant à compléter l'exhaustivité des configurations de fonctionnement prises en compte lors des essais de démarrage. Compte tenu des multiples configurations à considérer, l'IRSN considère que des critères importants pour la sûreté et des valeurs spécifiées de débit et de pression sont à définir afin de s'assurer de la conformité des performances individuelles des ventilateurs vis-à-vis des exigences de sûreté des systèmes de ventilation. **Ce sujet fait l'objet des recommandations n° 11 et n° 12 à caractère général présentées en annexe 1 du présent avis.**

Les régulations des systèmes font l'objet d'un guide type d'essais (GT n° 23) et d'un programme d'essais (PPE RRC) qui dans leurs principes n'appellent pas de remarque de l'IRSN. Par contre, au travers de l'examen du programme d'essais du système ASG, l'IRSN s'est aperçu qu'EDF ne s'assurait pas forcément de l'absence de couplage entre régulations. En effet, chaque train du système ASG est équipé d'une régulation de puissance de la pompe ASG et d'une régulation de niveau du générateur de vapeur. Les actionneurs de ces régulations (des vannes réglantes) sont montés en série et agissent sur le même paramètre, à savoir le débit d'eau injecté vers un GV. **Or le fonctionnement simultané de ces régulations en réponse à des échelons sur les paramètres régulés n'est pas testé lors des essais de démarrage. Ce point fait l'objet de la recommandation n° 13 présentée en annexe 1.**

Représentativité des essais

Un des principes qui prévaut dans la conception d'essais est qu'un essai doit être aussi représentatif que possible des conditions de fonctionnement à considérer en situation incidentelle ou accidentelle et qu'il doit être conçu de manière à couvrir la plus grande partie de la fonction de sûreté à tester ou impliquer le plus grand nombre d'équipements affectés à la fonction contrôlée. Il est toutefois admis que des critères ou des conditions de réalisation inaccessibles ou de mise en œuvre incompatible avec les principes de précaution, pourront donner lieu à des transpositions dûment justifiées et que les fonctions de sûreté qui ne peuvent être testées dans leur ensemble, peuvent être testées par partie, pour autant que ces différentes parties se recouvrent fonctionnellement.

L'examen, par l'IRSN, d'un certain nombre de programmes d'essais de démarrage a donné lieu à un nombre important de recommandations portant sur la représentativité des essais. Ces positions de l'IRSN ont ensuite été nuancées après la réception et l'examen des premières NAS qui révélaient des efforts importants pour ce qui concerne la représentativité des essais [3]. Dans la suite de ce paragraphe, l'IRSN expose ses conclusions relatives à la représentativité des essais de démarrage pour certains types d'équipements.

Essais de la robinetterie motorisée

En novembre 1986, lors des Essais fonctionnels cuve ouverte (EFCO) de la première tranche de la centrale de Nogent sur Seine, des difficultés de manœuvre des robinets RIS ont été rencontrées. Ces défauts affectaient principalement les robinets d'isolement du débit nul des pompes d'injection de sécurité basse pression (ISBP) vers la bêche PTR.

Des investigations complémentaires, conduites sur les tranches des centrales de Belleville et Cattenom, ont permis de démontrer le caractère générique de l'anomalie qui affectait les robinets motorisés électriques du système d'injection de sécurité de l'ensemble des tranches du palier 1300 MWe. Le dimensionnement des robinets ainsi que

celui des motorisations et des chaînes de transmission de mouvement ont alors été remis en cause. Il est apparu que certaines évolutions de conception du circuit d'injection de sécurité n'ayant pas été répercutées dans les commandes de robinetterie, des équipements sous-dimensionnés ont été mis en place, ce qui a entraîné des anomalies de fonctionnement. Sur le palier P4 (première série de réacteurs de 1300 MWe), 33 robinets motorisés du circuit d'injection de sécurité étaient concernées sur chaque réacteur, 35 sur le train P'4 (deuxième série de réacteur de 1300 MWe).

Il est important de noter que l'anomalie de sous dimensionnement des motorisations a été mise en évidence au démarrage du onzième réacteur du palier 1300 MWe, soit environ après 4 ans d'exploitation des premiers réacteurs du palier.

L'analyse a montré que les moyens de test existant ne permettaient pas de détecter toutes les dégradations des vannes avant qu'un refus de manœuvre ne se manifeste. Enfin, il faut noter qu'aucune anomalie n'a été détectée lors des essais de qualification sur boucle : selon EDF le débit des boucles d'essai n'est pas suffisant pour essayer en réel des vannes du type de celles en anomalie.

Par la suite, de nombreux écarts et incidents relevés sur le parc français en fonctionnement dans les années 1990 ont mis en évidence le besoin de renforcer les méthodes de calcul du couple de manœuvre des servomoteurs électriques (SME) nécessaire pour vaincre le couple résistant pendant la phase de fermeture d'un robinet. En effet, le bon fonctionnement de certains robinets n'était plus assuré aussi bien en situation normale qu'en situation accidentelle. Dans un premier temps, les valeurs de réglage des limiteurs de couples ont été augmentées de façon empirique pour ne plus déclencher lors des manœuvres. Puis à partir de 1996, les dossiers de modification ont été déployés sur l'ensemble des centrales nucléaires pour modifier les réglages des limiteurs de couple de SME. Un bilan du retour d'expérience des réacteurs de 900 MWe et 1300 MWe présenté en 1999 par EDF dénombre 380 cas de refus de manœuvre de SME.

Au regard de ce retour d'expérience, l'IRSN estime indispensable que les essais de démarrage de l'EPR FA3 permettent de valider la capacité de manœuvre des robinets motorisés électriques de sectionnement de débit⁵ lorsque cette manœuvre est nécessaire à l'atteinte ou au maintien d'un état sûr à la suite d'un incident ou d'un accident étudié dans la démonstration de sûreté.

En pratique, l'IRSN considère qu'il convient de réaliser des mesures d'effort au niveau de la tige d'un robinet de sectionnement de débit dont la manœuvre à la fermeture⁶ est requise en condition de fonctionnement incidentel ou accidentel dès lors que les conditions d'essais de manoeuvrabilité de ce robinet prévues lors des essais de démarrage sont éloignées des conditions enveloppes incidentelles ou accidentelles. Un critère important pour la sûreté « I » à définir par EDF devra permettre de valider la capacité de manœuvre du robinet dans les conditions enveloppes d'efforts. **Ce point fait l'objet de la recommandation n° 14 présentée en annexe 1.**

Essais des moteurs des groupes motopompes

Le retour d'expérience de l'épisode caniculaire de l'été 2003 a mis en exergue des échauffements anormaux, au regard de la classification thermique de leurs enroulements statoriques (cf. norme CEI IEC 85), de groupes motopompes sur les réacteurs du parc EDF. Ce constat a notamment conduit au remplacement des enroulements statoriques des moteurs des pompes du système de refroidissement intermédiaire (RRI) des réacteurs du palier CPY.

⁵ Les robinets réglants ne sont pas concernés par cette position.

⁶ Les efforts résistants à la fermeture d'un robinet sont prépondérants sur les efforts résistant à l'ouverture.

Les contrôles à réaliser sur les moteurs des groupes motopompes sont notamment définis dans un guide type d'essais EDF (GT n° 11 relatif aux moteurs de 10 kV). Ce guide indique que des contrôles d'échauffement des enroulements statoriques des moteurs doivent être réalisés. L'échauffement est défini comme la différence entre la température des enroulements du moteur en régime stabilisé et la température du fluide de refroidissement (air ou eau). Le GT n° 11 fixe les attendus de ce contrôle en cohérence avec la norme CEI 60034-1. Par contre, les critères d'échauffement doivent normalement être fixés pour chaque moteur important pour la sûreté par les NAS et les PPE.

Les principes d'essais d'échauffement des moteurs de 10 kV décrits dans le guide GT n° 11 n'appellent pas de remarque de la part de l'IRSN si les critères associés sont transposés pour tenir compte des conditions pénalisantes du fluide de refroidissement (air ou eau) pouvant être rencontrées en condition de fonctionnement accidentel. Mais ces principes ne sont repris ni dans les PPE ayant été examinés par l'IRSN, ni dans les NAS. En effet, ces documents ne définissent qu'un critère absolu de température à ne pas dépasser lors d'un essai et non un critère d'échauffement. Les conditions de réalisation de l'essai n'étant pas représentatives des conditions de refroidissement du moteur pouvant être rencontrées en condition de fonctionnement accidentelle, le respect du critère de température absolu défini par EDF ne donne aucune garantie sur le bon fonctionnement du moteur en cas d'accident. **Les programmes d'essais de démarrage doivent être complétés conformément à la recommandation n° 15 présentée en annexe 1.**

Essais de l'instrumentation

Une chaîne de mesure permet l'acquisition d'une grandeur physique ou de sa position par rapport à un seuil. Cette chaîne est composée d'un capteur, d'un transmetteur et d'une chaîne d'acquisition et de traitement.

Les essais de l'instrumentation de l'EPR FA3 comprennent :

- un étalonnage des capteurs réalisé en usine ;
- éventuellement, un contrôle de cet étalonnage sur site ;
- une vérification de l'adressage de la chaîne de mesure ;
- dans certains cas, une validation fonctionnelle de la chaîne de mesure par intercomparaison avec une référence ou une chaîne de mesure redondante.

Les trois premiers essais ne concernent qu'une partie de la chaîne d'instrumentation : le capteur déconnecté de l'installation pour l'étalonnage ou le contrôle d'étalonnage, les lignes de mesure et les entrées des automates pour l'adressage. Ils ne permettent pas de détecter l'ensemble des anomalies susceptibles d'affecter l'information délivrée, telles qu'une erreur d'implantation altimétrique d'un capteur, une erreur de lignage ou de remplissage des lignes d'impulsion (tuyauteries de faible diamètre raccordant un capteur à un circuit ou à une capacité), le montage d'un mauvais organe déprimogène (pour un capteur de débit par mesure de différence de pression) ou une erreur de paramétrage de l'information à délivrer. **Seul le dernier essai permet de valider, dans certaines conditions, l'ensemble de la chaîne de mesure et peut être à même de détecter un biais de mesure, quelle que soit sa nature.**

Certaines anomalies peuvent affecter uniquement le facteur d'échelle d'une mesure et ne seront pas aisément détectables dans toute la gamme de mesure d'un capteur. Il est donc important qu'une validation fonctionnelle d'une chaîne de mesure soit réalisée par une intercomparaison avec une mesure de référence dans toute sa gamme de mesure ou, pour le moins, dans des plages de mesure d'intérêt vis-à-vis d'alarmes, d'actions automatiques ou d'orientation en CIA. Il est également souhaitable que la validation fonctionnelle se fasse, si possible, par une

intercomparaison avec une mesure de référence diversifiée de la mesure à valider afin d'être en capacité de détecter une anomalie de mode commun affectant d'un même biais plusieurs chaînes de mesure redondantes.

L'examen de programmes d'essais de démarrage récents, tels par exemple que les PPE des systèmes d'eau brute secourue (SEC) ou DVD, montre que les validations fonctionnelles des capteurs ne sont pas réalisées de façon homogène sur toutes les chaînes de mesure : elles sont prévues de façon systématique sur le système SEC mais sont totalement absentes du programme d'essais DVD, ce qui n'est pas satisfaisant.

L'IRSN souligne que la validation fonctionnelle des chaînes de mesure ne doit pas être négligée et doit être réalisée dans les meilleures conditions de représentativité envisageables. Elle peut en effet permettre de détecter des écarts ayant des conséquences potentielles importantes pour la sûreté, comme se fût le cas pour l'événement significatif détecté le 31 mars 1999 lors de l'épreuve enceinte de la seconde visite décennale du réacteur n° 1 du Tricastin. Lors de la montée en pression de cette épreuve, le capteur de pression enceinte ETY 103 MP s'est bloqué à une pression de 1,6 bars absolus, tandis qu'un autre capteur (ETY 104 MP) se trouvait en décalage par rapport à la pression réelle avec un décalage maximum de 213 mbar à 5 bars absolus. Le défaut était lié à une détérioration de la colonne scellée de ces capteurs lors de leur étalonnage. L'étalonnage du capteur ETY 103 MP avait eu lieu pendant la visite décennale alors que celui du capteur ETY 104 MP avait eu lieu en janvier 1997. Les conséquences de cet événement sont une défiabilisation des fonctions d'injection de sécurité, d'isolement de l'enceinte de confinement et d'aspersion de l'enceinte de confinement. Le défaut présent sur ces capteurs ne pouvait être détecté que par une validation fonctionnelle réalisée avec une pression significative dans l'enceinte. Ces conditions d'essais ne sont atteignables que lors d'une épreuve de l'enceinte de confinement.

Sur l'EPR FA3, les capteurs de pression de l'enceinte qui déclenchent les actions d'isolement de l'enceinte sont rattachés au système RIS (RISi860MP). Les capteurs de pression qui délivrent l'information nécessaire à la mise en service de l'aspersion de l'enceinte sont rattachés au système EVU (EVUj108MP). La NAS du système RIS indique que les capteurs RISi860MP doivent être intercomparés en réel selon la procédure PEERIS036 mais le PPE RIS n'indique pas que cette validation doit se faire durant l'épreuve de l'enceinte. La NAS EVU ne prévoit quant à elle aucune validation fonctionnelle des capteurs EVUj108MP.

Ces considérations amènent l'IRSN à formuler la recommandation n° 16 présentée en annexe 1.

Essais des automatismes et des alarmes

Lors de l'instruction des premiers PPE transmis par EDF, l'IRSN a émis plusieurs recommandations relatives au fait que les automatismes étaient systématiquement testés par parties à partir d'essais d'étalonnage des capteurs, de validation des entrées et sorties des automates, de validation sur plate-forme du contrôle commande et de validation des actionneurs.

L'IRSN convient qu'une vérification approfondie de la logique interne d'un système de contrôle-commande ne peut être réalisée qu'en plateforme d'essais dédiée. En effet, seul cet environnement permet de simuler un grand nombre d'états du procédé et de vérifier le comportement attendu du système. Par contre, les essais par parties réalisés sur une chaîne d'instrumentation sont insuffisants s'ils ne comprennent qu'un étalonnage des capteurs de cette chaîne et une vérification de leur adressage. Ils doivent être complétés par une validation fonctionnelle (cf. recommandation n° 16).

En outre, les contrôles d'adressage des entrées et sorties des automates et certains tests d'actionneurs sont réalisés dans des phases préliminaires des essais de démarrage. La conformité vérifiée lors de ces essais pourrait ensuite être remise en cause par les travaux et les modifications restant à faire avant la mise en service industrielle de

l'installation. L'IRSN estime donc utile que des essais d'ensemble des automatismes et des alarmes soit réalisés dans une phase aussi proche que possible de la mise en service du réacteur, dès lors que ceux-ci sont raisonnablement envisageables.

À cet égard, l'IRSN constate une évolution positive des programmes d'essais désormais prévus dans les NAS. Par exemple, dans la NAS PTR, un contrôle du basculement correct des stats de niveau de la piscine de désactivation PTR6465/6475SN pour un niveau bas de 18,4 m en piscine et d'isolement automatique des lignes de vidange des compartiments de la piscine BK est prévu d'être réalisé en réel et est associé à un critère de sûreté S. La majeure partie des automatismes et des alarmes rattachés au système PTR est ainsi vérifiée en réel par un essai d'ensemble. De plus, les exceptions à ce principe font l'objet d'une justification dans la NAS. A contrario, le premier programme de principe d'essais transmis par EDF sur le système PTR ne prévoyait aucun essai d'ensemble sur une fonction automatique.

Ces essais d'ensemble de fonctions automatiques ou d'alarmes se retrouvent dans différentes NAS examinées par sondage par l'IRSN (RIS, EVU, DWK, etc). **L'IRSN estime globalement satisfaisant les programmes d'essais prévus sur les fonctions automatiques et les alarmes, même si les justifications d'absence d'essais d'ensemble qui figurent dans les NAS pourraient faire, au cas par cas, l'objet de remarques et de discussions avec EDF.** L'IRSN ne propose donc pas de recommandation à caractère général dans le cadre de cet avis.

Essais fonctionnels des EIP passifs

Les EIP passifs assurent des fonctions qu'il est souhaitable de tester dans des conditions aussi représentatives que possible de leurs sollicitations enveloppes. Ainsi, le libre passage d'un fluide dans une tuyauterie et la résistance à la pression de cette tuyauterie sont testés lors d'essais fonctionnels et d'épreuve hydraulique des circuits.

Parfois, des essais fonctionnels ne sont pas envisageables et EDF met alors en œuvre d'autres types de contrôle comme un examen endoscopique des tuyauteries des lignes d'aspersion de l'enceinte du système EVU. L'IRSN souligne cependant que les exigences rattachées aux EIP passifs ne sont pas toutes identifiées, que ce soit dans les NAS « système » ou dans les NAS spécifiques aux EIP passifs.

Lorsque ces exigences sont identifiées, une NAS « système » précise si elles seront vérifiées par un essai en condition enveloppe, en condition réelle ou en condition transposée. La NAS « système » précise également la nature du critère de satisfaction.

Les NAS spécifiques aux équipements passifs précisent, quant à elles, d'une part le critère d'acceptation de l'exigence (critère A), d'autre part le critère de vérification de cette exigence sur site (critère B). Ainsi, pour une trémie ou un calfeutrement de traversée, le critère A de résistance à une inondation interne est la tenue à une hauteur de colonne d'eau, ce critère étant vérifié par un essai sur un équipement type en usine ou en laboratoire. Le critère B à vérifier sur site est la présence et l'intégrité du calfeutrement spécifié.

S'il apparaît normal dans ce cas que le critère A ne soit pas à vérifier sur site, d'autres cas sont beaucoup plus discutables. Ainsi, pour les siphons de sol, EDF prévoit uniquement de vérifier leur présence et la non-obstruction à l'écoulement (critère subjectif) sans vérifier le débit d'évacuation défini en critère A. **Or il est très probable que certains siphons de sol de l'EPR FA3 seront partiellement colmatés par des corps étrangers après nettoyage des chantiers. Il apparaît tout à fait envisageable, en utilisant un outillage adapté, de vérifier le débit d'évacuation de ces siphons de sol sur site après nettoyage des chantiers.**

L'IRSN constate également qu'en ce qui concerne les clapets anti-souffle qui empêchent la propagation d'une onde de pression à l'intérieur d'un bâtiment, EDF ne prévoit de vérifier sur site que la présence et la conformité de

montage de ces clapets. Or ces clapets doivent se fermer en cas d'explosion, mais doivent ensuite se rouvrir après l'onde de pression afin d'assurer la ventilation du bâtiment et l'extraction de chaleur des équipements abrités.

Cette fonction de réouverture des clapets anti-souffle est particulièrement importante, car une explosion externe est susceptible d'entraîner un transitoire accidentelle de perte totale des alimentations électriques externes. Des équipements de sauvegarde doivent alors être mis en service pour pouvoir amener le réacteur en état sûr. C'est notamment le cas des groupes électrogènes de secours ou d'ultime secours. **Si les clapets anti-souffle qui équipent les bâtiments des diesels ne se rouvrent pas, ces groupes ne pourront pas fonctionner à court ou moyen terme, ce qui risque d'entraîner la fusion du combustible et l'indisponibilité des moyens de limitation des conséquences d'un accident grave.** Or le retour d'expérience révèle un écart de conformité générique sur ce type d'équipements (cas des clapets anti-souffle équipant la centrale de Gravelines).

L'IRSN formule donc une recommandation générale (n° 17) et deux recommandations particulières (n° 18 et n° 19) présentées en annexe 1.

En outre, l'IRSN souligne que les essais demandés sur les siphons de sol et sur les clapets anti-souffle ont vocation à être ensuite renouvelés périodiquement en exploitation.

Critères d'acceptation

Classement des critères

Lors de la rédaction des NAS et des PPE, la nature d'un critère d'essai validant une exigence doit être précisée, afin d'assurer une qualité de réalisation et de suivi adaptée à l'importance pour la sûreté du critère.

Quatre familles de critères sont ainsi définies par EDF :

- les critères S, dont le non-respect compromet l'aptitude de tout ou partie d'une fonction de sûreté à assurer sa mission telle que définie dans les études du RDS ;
- les critères I, dont le non-respect compromet au premier degré et de manière sûre le bon fonctionnement d'un EIPS pendant tout le temps où celui-ci est nécessaire pour assurer une ou plusieurs fonctions de sûreté ;
- les critères C, qui sont des valeurs spécifiées dont le non-respect ne compromet pas directement le bon fonctionnement d'un équipement ou d'une fonction de sûreté ;
- les critères R, qui correspondent à une hypothèse sur les conditions de déroulement d'un essai permettant de s'assurer que les conditions de transposition sont respectées.

Lors de l'examen par sondage d'un certain nombre de PPE, l'IRSN a formulé des remarques et des recommandations portant sur le classement de certains critères de démarrage. Mais le nombre de ces remarques et recommandations rapporté au nombre de critères examinés reste modéré. De plus, l'IRSN constate que les documents d'essais récents d'EDF (NAS et PPE ré-indicés) sont plus conformes à ses attentes en termes de classement de critères que les documents d'essais examinés dans ses premiers avis sur les essais de démarrage.

En conséquence, l'IRSN estime que le classement des critères est globalement satisfaisant dans les documents d'essais de démarrage. L'IRSN ne formule donc pas recommandation à caractère générique sur ce sujet.

Définition des critères de sûreté

La définition d'un critère de sûreté S ou I n'est pas systématiquement directement issue de la démonstration de sûreté. Elle peut nécessiter une transposition des conditions pénalisantes définies dans la démonstration de sûreté aux conditions de réalisation de l'essai.

L'examen des programmes d'essais réalisé par l'IRSN a révélé que le principe de transposition des critères est généralement bien respecté. Certaines remarques soulevées dans un premier temps ont trouvé une réponse lors de l'instruction. Les points de divergence qui demeurent restent exceptionnels (cas par exemple des critères d'échauffement des moteurs abordés précédemment).

En conséquence, l'IRSN estime que la définition des critères de sûreté au sein des programmes d'essais de démarrage d'EDF est globalement satisfaisante. L'IRSN ne formule donc pas de recommandation à caractère général sur ce point.

Prise en compte des incertitudes de mesure

Un guide type d'essais (GT n°37) est relatif au calcul des incertitudes de mesure dans le cas de mesures d'essais courantes. Il précise les conditions d'application des calculs d'incertitudes dans les procédures d'essais. En particulier, l'incertitude est dans tous les cas estimée pour statuer sur le respect d'un critère S ou I. Pour les critères C ou R, l'incertitude est estimée selon le besoin défini par le rédacteur du document d'essai. D'autres guides précisent les incertitudes de mesures à prendre en compte pour des mesures particulières, telles que des mesures de débit d'air dans des gaines de ventilation.

L'IRSN considère que la démarche de prise en compte des incertitudes, telle que décrite dans les guides types transmis par EDF, est satisfaisante. Par contre, ces guides types ne constituent pas un référentiel imposable à tous les prestataires qui exécuteront des essais de démarrage sur l'EPR. EDF doit donc préciser comment il s'assurera que les exigences définies dans ses guides types d'essais pour la prise en compte des incertitudes de mesure seront appliquées par l'ensemble des prestataires devant réaliser des essais de démarrage.

Ce sujet a déjà fait l'objet d'une demande d'éclaircissement de la part de l'ASN. L'IRSN ne formule donc pas de recommandation.

Conclusion

Au terme de son analyse, l'IRSN souligne que, rapporté à l'ampleur des vérifications à réaliser dans le cadre de la mise en service de l'EPR FA3, le volume de recommandations et d'observations formulé reste modéré, ce qui montre que le travail réalisé par EDF est, dans son ensemble, de qualité.

La principale critique de l'IRSN concerne la mauvaise prise en compte des enseignements du REX au sein des programmes d'essais de démarrage. De nombreuses recommandations formulées dans cet avis ainsi que dans de précédents avis adressés à l'ASN sont liées à ce point. En conséquence, l'IRSN estime que les enseignements issus du REX doivent être analysés et pris en compte, conformément à la recommandation n° 8, dans la définition des essais de démarrage de l'EPR FA3 le plus tôt possible et, en tout état de cause, avant la mise en service du réacteur.

Pour le Directeur général et par délégation,

Karine HERVIOU

Directrice des systèmes, des nouveaux réacteurs et des
démarches de sûreté

Annexe 1 à l'Avis IRSN/2017-00335 du 24 octobre 2017

Recommandations

Exhaustivité des exigences fonctionnelles considérées pour la définition des essais de démarrage

Recommandation n° 1 :

L'IRSN recommande qu'EDF s'assure de l'exhaustivité et de la suffisance des essais de démarrage visant à vérifier la conformité des dispositions qui contribuent à :

- la limitation des transitoires en fonctionnement normal ;
- la prévention ou à la limitation des effets de l'ensemble des agressions considérées dans la démonstration de sûreté ;
- l'exclusion de situations ;
- la réalisation de missions incombant à l'exploitant dans la gestion d'une crise.

Recommandation n° 2

L'IRSN recommande qu'EDF vérifie, par un essai de démarrage réalisé avant la mise en service du réacteur EPR FA3, la conformité des dispositions permettant de bloquer tous les mouvements du pont polaire du BR si la charge suspendue au crochet 320 tonnes s'écarte de la verticale.

Recommandation n° 3

L'IRSN recommande qu'EDF vérifie, par des essais de démarrage réalisés avant la mise en service du réacteur EPR FA3, la conformité des dispositions contribuant à rendre extrêmement improbables avec un haut degré de confiance les scénarios accidentels conduisant à un risque de surpression à froid du circuit primaire.

Exigences applicables aux EIP passifs

Recommandation n° 4 :

L'IRSN recommande qu'EDF s'assure, au cours des essais de démarrage, de l'étanchéité des circuits constituant une extension de la troisième barrière de confinement dans des conditions de sollicitations mécaniques et thermiques (débit, pression, température) aussi représentatives que possible de celles à considérer en conditions de fonctionnement accidentel.

Recommandation n° 5

L'IRSN recommande qu'EDF s'assure, au cours des essais de démarrage, de l'absence de bipse au niveau des filtres présents dans la piscine IRWST pouvant remettre en cause le bon fonctionnement des systèmes RIS et EVU.

Applicabilité des procédures de conduite

Recommandation n° 6

L'IRSN recommande qu'EDF mette en place une organisation permettant d'identifier et de traiter les constats présentant un intérêt pour la sûreté, relevés lors de la validation des procédures de conduite.

Recommandation n° 7

L'IRSN recommande qu'EDF vérifie la faisabilité des actions en local demandées par les procédures CIA en reproduisant, ou à défaut en tenant compte, des écarts de pression entre locaux induits par les configurations des systèmes de ventilation dans les conditions de fonctionnement incidentelles ou accidentelles envisagées.

Prise en compte du retour d'expérience

Recommandation n° 8

L'IRSN recommande qu'EDF prenne en compte, pour définir le programme de contrôles et d'essais de mise en service répondant à la prescription [INB167-A], les enseignements issus de l'analyse des causes et du traitement des écarts de conformité et des anomalies d'étude faisant apparaître un défaut de vérification d'un équipement ou d'une hypothèse de sûreté, que ce soit à la mise en service d'un réacteur ou lors de l'intégration d'une modification de l'installation.

Complémentarité entre les différents contrôles et essais réalisés

Recommandation n° 9

L'IRSN recommande qu'EDF justifie la complémentarité et la suffisance des essais de qualification, des essais réalisés en usine puis des essais réalisés sur site sur les groupes motopompes et électrogènes de sauvegarde non utilisés en fonctionnement normal, en tenant compte des conditions particulières de fonctionnement et des durées de mission de ces équipements. Dans ce cadre, EDF devra proposer des essais « tête de série » de fonctionnement longue durée couvrant des conditions pénalisantes du point de vue des sollicitations mécaniques, thermiques et vibratoires des composants sensibles de ces équipements.

Prise en compte de l'ensemble des configurations de fonctionnement des systèmes

Recommandation n° 10

L'IRSN recommande qu'EDF mette en œuvre des essais des groupes motopompes ASG permettant de s'assurer de leur bon fonctionnement sur différentes plages de débit et de hauteur manométrique d'aspiration. Ces essais devront notamment comprendre une vérification du fonctionnement correct de chaque groupe motopompe pour une faible hauteur d'eau dans sa bêche et pour des débits d'injection allant de 20 m³/h (fonctionnement à débit nul) au débit nominal de la pompe (débit supérieur à 90 m³/h). Les vibrations du groupe motopompe et de ses tuyauteries devront être mesurées lors de ces essais.

Recommandation n° 11

L'IRSN recommande qu'EDF s'assure que les programmes d'essais qui seront réalisés sur l'EPR FA3 permettent de garantir le respect des objectifs de sûreté des systèmes de ventilation des locaux (confinement, conditionnement thermique, renouvellement périodique de l'atmosphère) dans les configurations nominales prévues en conditions de fonctionnement normales, incidentelles et accidentelles comme dans les configurations de fonctionnement dégradées (perte d'un ventilateur de soufflage ou d'extraction par application du critère de défaillance unique, perte des ventilateurs non secourus électriquement...). Cette vérification devra tenir compte des différentes configurations de mise en communication des locaux à considérer en fonctionnement normal, incidentel ou accidentel.

Recommandation n° 12

L'IRSN recommande qu'EDF fixe des critères individuels de performance sur les ventilateurs (débit, pression) de type « I » (important pour la sûreté) et « C » (valeur spécifiée), au regard des exigences découlant de l'examen des configurations de fonctionnement à considérer.

Recommandation n° 13

L'IRSN recommande qu'EDF s'assure, au cours des essais fonctionnels de démarrage de l'EPR FA3, de l'absence de couplage entre régulations agissant sur un même paramètre.

Représentativité des essais

Recommandation n° 14

L'IRSN recommande qu'EDF identifie les robinets motorisés électriques de sectionnement de débit dont la fermeture est requise en cas d'incident ou d'accident et dont la manœuvrabilité ne peut pas être testée dans des conditions proches des conditions enveloppes à considérer. Pour ces robinets, EDF devra mesurer, lors d'un essai de manœuvre en débit et en pression, les efforts s'exerçant sur la tige du robinet. Un critère important pour la sûreté « I » devra permettre de valider la capacité de manœuvre du robinet dans les conditions enveloppes d'efforts résistants.

Recommandation n° 15

L'IRSN recommande qu'EDF mesure l'échauffement des moteurs importants pour la sûreté nucléaire de 10 kV, des moteurs des groupes motopompes de 690 V secourus par les groupes électrogènes d'ultime secours et des alternateurs des groupes électrogènes de secours et d'ultime secours, selon les principes définis par le GT n° 11. Cet échauffement devra être comparé à un critère important pour la sûreté « I », fixé en tenant compte des conditions pénalisantes du fluide de refroidissement du moteur (air ou eau) à considérer en fonctionnement incidentel ou accidentel.

Recommandation n° 16

L'IRSN recommande qu'EDF réalise des validations fonctionnelles des capteurs valorisés dans la démonstration de sûreté nucléaire dans des plages de mesures proches d'un seuil d'alarme, d'une action automatique ou d'un seuil conditionnant une action manuelle ou un changement de stratégie de conduite en cas d'incident ou d'accident. Toute exception à ce principe devra être justifiée dans les NAS. L'utilisation d'une mesure de référence diversifiée de la ou des mesures à valider est à privilégier.

Recommandation n° 17

L'IRSN recommande qu'EDF s'assure que les essais de démarrage des EIP passifs seront réalisés dans les meilleures conditions de représentativité envisageables.

Recommandation n° 18

L'IRSN recommande qu'EDF vérifie la conformité du débit d'évacuation des siphons de sol sur site après nettoyage des chantiers.

Recommandation n° 19

L'IRSN recommande qu'EDF vérifie fonctionnellement la réouverture des clapets anti-souffle protégeant les bâtiments lorsque cette réouverture est nécessaire à l'atteinte et au maintien d'un état sûr après un transitoire de perte totale des alimentations électriques externes.

Annexe 2 à l'Avis IRSN/2017-00335 du 24 octobre 2017

Observation

Observation n° 1 :

L'IRSN considère qu'EDF devrait porter une attention particulière à la prise en compte exhaustive, dans ses programmes d'essais de démarrage, des configurations de systèmes pouvant être rencontrées lors d'interventions de maintenance et constituant des données initiales des études d'accident.