

**Groupe de travail ANCCLI-IRSN
« réexamen de sûreté des réacteurs »
Compte-rendu de la réunion du 28 septembre 2015**

CLI-ANCCLI : Joël AUDIGE, Jean-Claude AUTRET, Jérôme BARS, Dominique BOUTIN, Robert CLAR, André COPIN, Alain CORREA, Pierre GAILLARD, Suzanne GAZAL, Daniel GENIEZ, Jacky HERNANDEZ, Jean-Paul LACOTE, Eric NININ, Maïté NOE,

IRSN : Véronique LEROYER, Isabelle MIRAMON, Thierry PAYEN,

Autres participants : Manon BESNARD (WISE-Paris), Yves MARIGNAC (WISE-Paris),

Excusés : Claude BARBAY, Yves BARON, Franck BIGOT, Michel DEMET, Marco DI GIACOMO, Michel EIMER, Mathieu ESTEVAO, François GODIN, Yves LHEUREUX, Anne-Laure MACLOT, Jean-Paul MARTIN, Xavier PAULMAZ, Christian PIGNOLET, Yannick ROUSSELET, Monique SENE, Laurent STREIBIG

1. INTRODUCTION

L'ANCCLI et l'IRSN ont mis en place un groupe de travail pour échanger sur les sujets de sûreté associés aux visites décennales des réacteurs et à leurs réexamens de sûreté à venir, notamment des 4^{ème} visites décennales des réacteurs de 900 MWe (VD4-900) dont l'instruction par l'IRSN des orientations commence en 2014. Trois réunions ont eu lieu depuis 2014 : la première réunion du 3 avril 2014 a permis d'échanger sur le processus et le calendrier des réexamens de sûreté des réacteurs et des enjeux relatifs à la VD4-900 ; la deuxième avait pour objectif d'approfondir la maîtrise du vieillissement de la cuve d'un réacteur ; la troisième avait pour objectif d'approfondir les sujets liés à l'enceinte de confinement d'un réacteur, ainsi que les enjeux du prolongement de la durée de fonctionnement des réacteurs.

La quatrième réunion du groupe de travail a pour objectif de revenir sur les orientations des VD4-900 et la durée de fonctionnement des réacteurs. Par manque de temps, le rapport de Wise Paris « L'échéance des 40 ans pour le parc nucléaire français » n'a pas pu être présenté. Il le sera lors d'une prochaine réunion.

En amont de cette réunion, l'avis de l'IRSN sur les orientations des VD4-900 avait été transmis aux membres du groupe pour les besoins des travaux de ce groupe.

Le présent compte-rendu reprend les principaux échanges de la journée. Les transparents présentés par l'IRSN sont repris en annexe 1. Le glossaire des termes utilisés dans le groupe de travail figure en annexe 2.

2. ORIENTATIONS DES VD4 DES REACTEURS 900 MWE

Isabelle Miramon présente le contexte de l'instruction des VD4-900, les objectifs de cette instruction et détaille ensuite chaque thème du réexamen du sûreté : vérification et maintien dans le temps de la conformité des installations, études des conditions de fonctionnement, sûreté de l'entreposage et de la manutention en piscine, prise en compte des agressions internes et externes, conséquences radiologiques des accidents, mitigation des accidents avec fusion du cœur, études probabilistes de sûreté, conception des systèmes importants pour la sûreté et prise en compte des facteurs organisationnels et humains dans la conception des modifications.

Concernant l'application des recommandations des VD3-1300 aux VD4-900, Isabelle Miramon indique que le positionnement de l'ASN sur ces VD3-1300 a été émis à l'issue de la consultation du GPR d'octobre 2014, ce qui implique un court délai pour qu'EDF puisse les prendre en compte dans les VD4-900 et explique les difficultés à converger sur ces points. Ceci dit, certains participants considèrent qu'EDF aurait pu anticiper la prise en compte de ces recommandations issues des VD3-1300.

Vérification et maintien dans le temps de la conformité des installations

Suite à une question d'un participant, Isabelle Miramon précise qu'un écart par rapport à une exigence définie est redevable d'une déclaration d'événement significatif de sûreté (ESS) lorsqu'il relève d'un des critères définis a priori dans le guide ASN du 21 octobre 2005 relatif aux modalités de déclaration des événements significatifs dans les domaines des installations nucléaires et du transport de matières radioactives. Par contre, une anomalie peut traduire un état dégradé sans pour autant remettre en question dans l'immédiat une exigence définie et ne nécessitant pas obligatoirement une déclaration d'ESS.

Isabelle Miramon précise que les essais particuliers à réaliser lors d'une visite décennale s'apparenteraient plus à des essais de démarrage, même si ces derniers ne seraient pas non plus suffisants pour une visite décennale. Ils sont donc différents des essais périodiques.

Concernant l'absence de secours électrique de certains appareils en cas d'accident grave (cas d'un capteur de mesure de pression à Saint-Laurent par exemple), Isabelle Miramon indique qu'une modification liée à la réalimentation électrique du coffret du capteur de pression enceinte en gamme large est notamment prévue dans le lot des modifications matérielles issues des ECS.

Étude des conditions de fonctionnement

Concernant l'influence de l'utilisation de grappes en hafnium, il est expliqué que cela permet de modifier le plan de chargement et de réduire ainsi la fluence (réduction d'au moins 15 %).

Pour répondre à une question à ce sujet, Isabelle Miramon indique que l'instruction de l'IRSN sur l'autorisation d'utiliser le nouveau produit combustible « MOX NT 2012 » (introduction de nouveaux assemblages de combustible enrichis à une teneur moyenne en plutonium supérieure à 8,65 % et inférieure ou égale à 9,54 %) est toujours en cours.

Isabelle Miramon précise que la dilution inhérente en cas d'accident de perte de réfrigérant primaire (APRP), dont il est question au transparent n°15, n'a pas de relation avec la stratégie d'utilisation du système d'injection de sécurité en mode d'injection simultanée en branche chaude / branche froide.

Piscine d'entreposage de combustible

Concernant la piscine d'entreposage de combustible, les participants demandent si un renforcement sérieux et important du bâtiment est prévu. Isabelle Miramon précise qu'à l'issue du réexamen de sûreté VD3-1300, l'ASN a demandé qu'EDF étudie dans le cadre des prochains réexamens de sûreté « *l'élimination pratique* » du risque de fusion des assemblages combustibles entreposés dans la piscine du bâtiment combustible vis-à-vis des risques de chute des aéronefs. Certains participants soulignent qu'il apparaît plus facile de renforcer un bâtiment par rapport à la neige ou une tornade que par rapport à la chute d'un gros avion (de type A380). C'est pour cela qu'il est postulé la perte du confinement en cas de détérioration du bâtiment. Thierry Payen précise que la prise en compte des événements d'origine naturelle est en cours de réévaluation.

Plusieurs participants s'interrogent sur les raisons de la demande de l'ASN d'étudier les conséquences de la chute d'un avion. Hors réunion : *L'IRSN rectifie que la demande de l'ASN ne vise pas une étude des conséquences mais consiste à vérifier les conditions « d'élimination pratique » des risques liés à la chute d'aéronefs sans écarter ces situations sur la seule base de considérations probabilistes (compte tenu de la faible probabilité d'agression des cibles de sûreté au regard des données d'accidentologie et de trafic aérien de chaque famille d'avion). Par ailleurs, au titre des prescriptions techniques ECS du noyau dur, l'ASN a demandé à EDF d'étudier la résistance structurelle des piscines d'entreposage et des compartiments de manutention des assemblages combustibles aux agressions externes retenues pour le noyau dur.*

Isabelle Miramon explique qu'EDF est revenu sur son projet de densification des piscines d'entreposage de combustible (piscines BK). Yves Marignac ajoute que pour pouvoir faire face à des problèmes de place dans les piscines de La Hague et les piscines BK, EDF recherche une solution pour créer de nouvelles capacités d'entreposage de combustible. L'option retenue par EDF est de créer une piscine d'entreposage centralisée. Il est souligné par les participants les interactions possibles et notamment l'impact en termes de transports.

Prise en compte des agressions internes et externes

Concernant le risque d'explosion, certains participants soulignent que même si l'enceinte reste intègre, des instruments dans l'enceinte pourraient être touchés et ne plus être fonctionnels.

Pour l'étude des risques liés à un séisme, Isabelle Miramon précise qu'il est prévu de prendre en compte le retour d'expérience de l'incendie provoqué dans la centrale de Kashiwasaki-Kariwa (Japon) suite à un séisme en 2007¹.

À une question sur la prise en compte de la chute d'un équipement comme aggravant suite à une agression, Thierry Payen répond qu'il est prévu d'examiner, dans le cadre des ECS, l'impact des effets induits d'un aléa extrême sur les matériels du noyau dur. Par ailleurs, en cas de séisme (hors situation extrême), les couples agresseurs/cibles doivent faire l'objet d'un suivi de la part des exploitants.

¹ Le séisme de Chu-Etsu-Okii (Japon) du 16 juillet 2007 a entraîné 67 anomalies sur le site de la centrale de Kashiwasaki-Kariwa, centrale la plus proche de l'épicentre (une dizaine de kilomètres). Le séisme avait notamment provoqué un incendie sur un transformateur électrique à l'extérieur du bâtiment du réacteur de la tranche 3 de la centrale. Pour en savoir plus : notes d'information de l'IRSN sur le séisme de Chu-Etsu-Okii (Japon) du 16 juillet 2007 http://www.irsn.fr/FR/base_de_connaissances/Installations_nucleaires/La_surete_Nucleaire/risque_sismique_installations_nucleaires/Documents/irsn_seisme_niigata_japon_092007.pdf et sur les conséquences sur la centrale de Kashiwasaki-Kariwa http://www.irsn.fr/FR/Actualites_presse/Communiques_et_dossiers_de_presse/Pages/tremblement_terre_Chueitsu-Okii_16072007_consequences_centrale_nucleaire_Kashiwasaki-Kariwa_IRSN_fait_point_au_20072007.aspx

Plusieurs participants s'interrogent sur les thématiques des « grands chauds » et « grands froids » : prise en compte d'une sécheresse en plus des fortes chaleurs, REX montrant des dépassement des intervalles de températures prévus à la conception (-15°C / +30°C), site « coupé du monde » lors d'un épisode neigeux (comme en 2003 pour le Nord-Cotentin, ce qui a posé des problèmes d'accès des pompiers, un manque de nourriture, de lits...). Isabelle Miramon indique que l'instruction de ces thématiques est prévue en 2018.

Concernant les dispositions prises par rapport aux agressions, Isabelle Miramon précise que la vérification de certains dispositifs passifs nécessaires à la démonstration de sûreté (dont la défaillance entraîne des conséquences potentiellement significatives pour la sûreté) est prévue dans le cadre de l'examen de conformité.

Évaluations probabilistes de sûreté

Certains participants font remarquer que les premières évaluations probabilistes de sûreté (EPS) ont été réalisées dans les années 70 et se demandent si les données statistiques utilisées à l'époque ont depuis été améliorées. Ils se demandent comment est pris en compte le retour d'expérience. Il leur apparaît nécessaire d'imaginer tout ce qui pourrait se produire. Ils s'interrogent également sur ce qui a été fait pour améliorer leur représentativité.

Certains participants s'interrogent sur l'intérêt de continuer à faire des EPS alors que celles-ci ne sont pas fiables.

Isabelle Miramon rappelle que l'approche probabiliste est une approche complémentaire à l'approche déterministe.

Par ailleurs, les participants s'interrogent sur :

- La fiabilité des ponts de manutention après séisme (un pont peut-il rester opérationnel même en cas de modification de sa verticalité après séisme ?),
- La transposabilité des EPS séisme d'un site à un autre,
- L'absence de prise en compte de l'ensemble des agresseurs externes dans les EPS de niveau 1 et 2 (notamment la chute d'avion) et sur l'application de méthodes de « screening »
- La prise en compte de combinaison de deux événements ayant la même cause initiale (comme par exemple la conjonction d'une tempête et d'une marée, comme au Blayais en 1999).

3. MAITRISE DU VIEILLISSEMENT

Thierry Payen présente le processus de maîtrise du vieillissement, le processus d'inspection en service et de maintenance (maintenance exceptionnelle et cas des enceintes), le processus de traitement de l'obsolescence, le maintien de la qualification, ainsi que les processus spécifiques au circuit primaire principal (CPP) et aux circuits secondaires principaux (CSP).

Il précise que pour les VD4-900, EDF transmettra la révision des dossiers d'aptitude à la poursuite d'exploitation (DAPE) génériques et 500 fiches d'analyse du vieillissement (FAV). Il indique également que les critères d'aptitude à la poursuite d'exploitation seront proposés par EDF et instruits par l'IRSN.

Concernant la possibilité d'une révision exhaustive de tous les matériels qui interviennent et de l'instrumentation, Thierry Payen précise que c'est effectivement traité dans la maîtrise du vieillissement. Il indique notamment que les problématiques associées au contrôle-commande sont prises en compte dans l'observatoire du vieillissement du contrôle-commande

(OVCC). Robert Clar insiste sur la nécessité d'assurer un contrôle détaillé et exhaustif de l'ensemble de l'instrumentation (sur l'ensemble de la « chaîne de commande de l'appareil », depuis la salle de commande jusqu'au composant, y compris l'ensemble des différents relais de la ligne de transmission de l'ordre donné au composant).

Suite à une remarque concernant les fuites de l'enceinte du réacteur de Bugey 1, Thierry Payen indique que les causes n'ont à ce jour pas été trouvées ce qui implique une vigilance accrue sur ce sujet.

Afin d'expliquer l'apparition prématurée de fissuration de tubes des générateurs de vapeur, Thierry Payen indique que le matériau utilisé pour fabriquer ces tubes (Inconel) est sensible à la corrosion. Hors réunion : *Depuis, on utilise une nuance d'inconel moins sensible à la corrosion (Inconel 690).*

De nombreuses questions sont à nouveau posées sur la cuve du réacteur, notamment sur les défauts identifiés et les contrôles effectués : suite au REX des cuves belges, pénétrations de fond de cuve, représentativité des éprouvettes (*voir le compte-rendu de la réunion du 9 septembre 2014 pour plus d'informations*). À cela s'ajoutent des questions relatives :

- à la possibilité d'appliquer l'arrêté ESPN aux anciennes cuves (examens complémentaires ? homogénéité ?),
- aux contrôles qui seraient effectués à « 45 ans », comme demandé par la loi pour la transition énergétique pour la croissance verte (cf. article 126-III « *Cinq ans après la remise du rapport de réexamen, l'exploitant remet un rapport intermédiaire sur l'état de ces équipements [importants pour la sûreté], au vu duquel l'Autorité de sûreté nucléaire complète éventuellement ses prescriptions* »),
- à la prise en compte des interactions entre les différentes sollicitations (fluence, température, pression, irradiation...).

Thierry Payen indique qu'il faut bien distinguer les « sollicitations » qui influent sur le comportement du matériau de cuve (fluence, irradiation,..) et les sollicitations mécaniques et thermiques appliquées sur la paroi de la cuve.

De plus, il indique que le dossier de « cuve » pour les VD4-900, reçu au printemps, sera instruit par l'IRSN. Hors réunion : *il est attendu, a priori fin premier semestre 2016, une révision du dossier cuve pour la VD4-900.*

4. SUJETS D'INTERET

Plusieurs sujets sont soulevés et discutés lors de la réunion et mériteraient d'être approfondis ultérieurement. Ils sont repris ci-dessous.

Exigences de sûreté permettant de se rapprocher du niveau de sûreté attendu d'un réacteur de 3^{ème} génération

Yves Marignac rappelle qu'il souhaiterait que soient précisées les exigences relevées pour atteindre un niveau de sûreté équivalent à celui d'EPR. Par ailleurs, certains participants s'interrogent sur la prise en compte du niveau de sûreté d'EPR, alors qu'il n'existe à ce jour par de retour d'expérience sur ce type de réacteur. Alain Corrèa ajoute que la récupération du corium lui paraît être un enjeu difficile à atteindre tel que conçu pour EPR.

Prise en compte du risque sismique et d'inondation externe

Une discussion est engagée sur la prise en compte du risque d'inondation. Concernant la Loire par exemple, les participants observent que la rupture d'un barrage situé en amont n'est

pas prise en compte pour la centrale de Chinon, alors qu'il l'est pour la centrale de Belleville. Thierry Payen rappelle qu'à l'occasion de chaque visite décennale (donc à des dates différentes selon les sites), les aléas naturels à prendre en compte sont réévalués. Il fait référence au guide de l'ASN n°13².

Par ailleurs, d'autres participants se demandent si le séisme de référence prendra en compte le séisme de Lisbonne, ce qui conduirait à considérer la création d'une « grosse vague » sur la façade atlantique et de Manche.

Thierry Payen indique qu'une instruction est en cours sur les aléas naturels tels que les aléas sismiques et d'inondation externe à prendre en compte dans le cadre des ECS et que les conclusions de l'IRSN seront présentées au groupe permanent d'expert en janvier 2016. Véronique Leroyer suggère que ces sujets soient abordés lors d'une prochaine réunion.

Facteur organisationnels et humains (FOH)

Certains participants interrogent l'IRSN sur l'analyse des aspects FOH, en particulier sur le management de la conception, sur la sous-traitance, sur l'arrivée de générations nouvelles, ainsi que sur l'accumulation de tâches et le pilotage des activités.

Autres sujets d'intérêts soulevés :

- les piscines, mais aussi sur interactions avec les transports et les installations de La Hague,
- la nécessité d'anticiper les travaux et les investissements qui seraient nécessaires à la poursuite d'exploitation au-delà de 40 ans,
- l'instrumentation et le passage au numérique (DAPE concernant ce sujet),
- composants non remplaçables (cuve, câbles électriques...).

La prochaine réunion est prévue le 9 mars 2016.

² Guide de l'ASN n°13 relatif à la « protection des installations nucléaires de base contre les inondations externes »
<http://professionnels.asn.fr/Installations-nucleaires/Centrales-nucleaires/Guides-de-l-ASN-dans-le-domaine-des-installations-nucleaires/Guide-de-l-ASN-n-13-relatif-a-la-protection-des-installations-nucleaires-de-base-contre-les-inondations-externes>

ANNEXE 1

Transparents du 28 septembre 2015

ANNEXE 2

Glossaire

AG : Accident grave

AIC : Grappes argent-indium-cadmium

APRP : Accident de perte de réfrigérant primaire

APu : Appoint ultime

ASG : Circuit d'alimentation de secours des générateurs de vapeur

ATEX : atmosphères explosives (en référence à la réglementation française concernant les atmosphères explosives, communément appelée « Réglementation ATEX »)

BAC : Bâtiment annexe de conditionnement

BAN : Bâtiment des auxiliaires nucléaires

BDS : Blocs de sécurité

BK : Bâtiment combustible

BR : Bâtiment réacteur

CCL : Centre de crise local

CCu : Contrôle-commande ultime

CEP : Composant électronique programmable

CMM : Crue millénaire majorée

CPP : Circuit primaire principal

CPY : Palier regroupant 28 réacteurs de 900 MWe mis en service entre 1980 et 1987 (4 à Tricastin, 6 à Gravelines, 4 à Dampierre-en-Burly, 4 au Blayais, 4 à Chinon, 4 à Cruas-Meysses et 2 à Saint-Laurent-des-Eaux)

CSP : Circuit secondaire principal

DAC : Dossier d'autorisation de création

DAPE : Dossier d'aptitude à la poursuite d'exploitation

DDH : Défauts Dus à l'Hydrogène

DDF : Durée de fonctionnement

DIDR : Décohésion Intergranulaire Due au Réchauffage

DOR : Dossier d'orientation du réexamen

DSR : Défauts Sous Revêtement

DUS : Diesel d'ultime secours

DVC : Système de ventilation de la salle de commande

EASu : Système de refroidissement ultime de l'enceinte

ECOT : Examen de conformité des tranches

ECS : Évaluation complémentaire de sûreté

EDE : Système de ventilation de l'espace entre-enceintes

EIP : Équipement important pour la protection

ELS : États limites de service

ELU : États limites ultimes

END : Examens non destructifs

EPR-FA3 : Réacteur EPR de Flamanville 3

EPS : Étude probabiliste de sûreté

- EPS de niveau 1 : les EPS dites de niveau 1 examinent les scénarios menant à la fusion du combustible (retenu comme événement redouté) et déterminent leur fréquence
- EPS de niveau 2 : les EPS dites de niveau 2 poursuivent au-delà de la fusion du cœur, en étudiant des séquences d'événements pouvant conduire à des rejets plus ou moins importants dans l'environnement

ESPN : Équipements Sous Pression Nucléaire

FARN : Force d'action rapide nucléaire

FAV : Fiches d'analyse du vieillissement

FIS : Fragilisation d'Irradiation Supérieure

FOH/FSOH : Facteurs organisationnels et humains / Facteurs sociaux organisationnels et humains

GE : Groupe électrogène

GPR : Groupe permanent d'experts « réacteurs », placé auprès de l'ASN

GPO : Groupe permanent d'experts « réacteurs », placé auprès de l'ASN, ayant pour objet l'examen des orientations des réexamens de sûreté des réacteurs d'un palier

GP ESPN : Groupe permanent d'experts « pour les équipements sous pression nucléaires », placé auprès de l'ASN

GMPP : Groupe motopompe primaire

GV : Générateur de vapeur

H1 : Situation de perte totale de source froide

H3 : Situation de perte totale des alimentations électriques

IEM : Interférences électro-magnétiques

IPG : Interaction pastille-gaine

IPS : Important pour la sûreté

KCV : Essais de résilience Charpy entaille en V

GE LLS : Turboalternateur alimenté en vapeur par les générateurs de vapeur

Mitigation : limitation des conséquences

OVCC : Observatoire du vieillissement du contrôle-commande

PIC : Programme d'investigation complémentaire

PSI : Programme de Surveillance de l'Irradiation

PTR : Système d'injection d'eau dans le circuit primaire

RAG : Réaction alcali-granulat

RCCM : Règles de Conception et de Construction des Matériels mécaniques des îlots nucléaires des REP

RCR : Rapport de conclusion de réexamen de sûreté

RDS : Rapport définitif de sûreté

REX : Retour d'expérience

RGE : Règles générales d'exploitation

RSI : Réaction sulfatique interne

RT_{NDT} : Température de référence de transition fragile-ductile (Reference Temperature Neel Ductility Transient)

RTGV : Rupture de Tubes de Générateur de Vapeur

RTV4 : Rupture de tuyauterie vapeur de 4^{ème} catégorie

SCS : Systèmes, composants et structures

SEu : Source d'eau ultime

SMHV : Séisme maximal historiquement vraisemblable

SMS : Séisme majoré de sécurité

TAM : Tampon accès matériel

TTS : Tranche tête de série (première tranche d'un palier à passer sa visite décennale)

U5 : Système d'éventage et de filtration de l'enceinte

VD4-900 : 4^{ème} visite décennale des réacteurs de 900 MWe

WENRA : Western European Nuclear Regulators Association (Association des autorités de sûreté nucléaire des pays d'Europe de l'Ouest)